



Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta

Tahun 2023



**Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan
Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta**



LEMTEK UI
LEMBAGA TEKNOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA

KATA PENGANTAR

Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta) memiliki peran yang sangat strategis pada lingkup nasional, namun dihadapkan pada masalah pencemaran air tanah. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta memiliki amanat untuk melindungi dan mengelola lingkungan hidup seperti amanat Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Salah satu perlindungan dan pengelolaan yang dimaksud adalah menjaga kelestarian air di sepanjang aliran sungai di Provinsi DKI Jakarta. Kelestarian air yang dimaksud merupakan kuantitas dan kualitas air seperti yang telah dipersyaratkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu bentuk komitmen antara Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta sebagai pemilik pekerjaan/ pemrakarsa dan UP2M Teknik Sipil dan Lingkungan FTUI sebagai pelaksana pekerjaan. Laporan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air tanah di Provinsi DKI Jakarta, kemudian hasil analisis, evaluasi, serta rekomendasi yang telah disusun dapat menjadi bahan pertimbangan kebijakan pengelolaan air tanah di Provinsi DKI Jakarta.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan memenuhi harapan semua pihak yang berkepentingan

Jakarta, 2023
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta

Asep Kuswanto, S.E., M.Si.
NIP. 197309021998031006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI.....	3
Daftar Tabel	5
Daftar Gambar	6
BAB 1 PENDAHULUAN	8
Latar Belakang	8
Tujuan Pemantauan.....	10
Ruang Lingkup Pemantauan	11
Luaran Pemantauan.....	11
BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH DKI JAKARTA	12
Wilayah Administrasi DKI Jakarta	12
Kondisi Geografis, Geologi dan Hidrologi.....	13
Demografi	14
Sumber Air Bersih	15
Kondisi Sanitasi DKI Jakarta	17
BAB 3 METODE PEMANTAUAN	20
Alur Pemantauan	20
Kajian Pustaka.....	21
Persiapan Pengambilan Sampel	23
Parameter Kualitas Air	23
Pengumpulan Data Sekunder	25
Kuesioner Pengamatan Lapangan	26
Pengambilan Sampel	27
Pengukuran Parameter <i>In Situ</i>	28
Uji Laboratorium Parameter <i>Ex Situ</i>	28
Perhitungan Indeks Pencemaran.....	29
Analisis Spasial Kualitas Air Tanah DKI Jakarta	29
BAB 4 KARAKTERISTIK TITIK PEMANTAUAN AIR TANAH DKI JAKARTA	32
Peta Titik Pemantauan.....	32
Karakteristik Sumur Titik Pemantauan	35
Karakteristik Air Sumur Titik Pemantauan	38
Karakteristik Lingkungan di Sekitar Sumur Titik Pemantauan.....	40
BAB 5 ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DKI JAKARTA	43

Analisis dan Evaluasi Kualitas Air Tanah	43
Kualitas Air Tanah Jakarta Barat.....	45
Kualitas Air Tanah Jakarta Utara	51
Kualitas Air Tanah Jakarta Timur.....	58
Kualitas Air Tanah Jakarta Pusat	64
Kualitas Air Tanah Jakarta Selatan	69
BAB 6 ANALISIS INDEKS PENCEMARAN AIR TANAH	75
Analisis Indeks Pencemaran Air Tanah Periode 1.....	75
Analisis Indeks Pencemaran Air Tanah Periode 2.....	78
BAB 7 ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL KUALITAS AIR TANAH	83
Pemetaan Sebaran Spasial Kualitas Air Tanah Periode 1	83
Pemetaan Sebaran Spasial Kualitas Air Tanah Periode 2	88
Analisis Temporal Kualitas Air Tanah.....	96
Analisis Spasial-Temporal Kualitas Air Tanah	100
Analisis Pengaruh Cekungan Air Tanah terhadap Kualitas Air Tanah	103
BAB 8 REKOMENDASI HASIL PEMANTAUAN KUALITAS AIR TANAH.....	106
Perlindungan Terhadap Paparan Total Coliform dan E. coli.....	106
Perebusan.....	106
Filtrasi	107
Perlindungan Terhadap Paparan Besi dan Mangan	108
Aerator-Filtrasi.....	108
Klorinasi-Filtrasi	109
Penambahan sumur pantau khusus	110
Penambahan Kapasitas IPAL Terpusat	111
BAB 9 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	115
Kesimpulan	115
Rekomendasi Pemantauan 2024	116

Daftar Tabel

Tabel 1. Luas Wilayah DKI Jakarta	12
Tabel 2 Demografi DKI Jakarta tahun 2022	15
Tabel 3 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sumber Air Minum Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta, 2017 – 2020	15
Tabel 4 Distribusi Persentase Rumah Tangga dan Sumber Air Minum di Provinsi DKI Jakarta, 2021	16
Tabel 5 Distribusi Persentase Rumah tangga Menurut Kabupaten/Kota dan Penggunaan Fasilitas Tempat Buang Air Besar di Provinsi DKI Jakarta, 2020	17
Tabel 6 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sanitasi Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta, 2021	18
Tabel 7 Jumlah Sarana Alat Angkut Air Bersih dan Tinja/Air Kotor di Provinsi DKI Jakarta, 2017 – 2019	19
Tabel 8. Daftar Pustaka dan Peraturan Utama yang Dikaji Secara Mendalam	22
Tabel 9 Baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi Permenkes 02/2023 u.....	23
Tabel 10 Sumber dan dampak kesehatan pencemar pada baku mutu kualitas air higiene dan sanitasi Permenkes 02/2023	24
Tabel 11. Data Sekunder untuk Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta	25
Tabel 12. Daftar Pertanyaan yang Tertera pada Kuesioner Pemantauan Kualitas Air Tanah DKI tahun 2023	26
Tabel 13. Metode Pengambilan dan Preservasi Sampel Air Tanah	27
Tabel 14. Metode Pengukuran Parameter In situ Kualitas Air	28
Tabel 15. Metode Pengujian Parameter Ex situ Kualitas Air	28
Tabel 16. Status Pencemaran Berdasarkan Skor IP	29
Tabel 17. Distribusi titik pemantauan di setiap wilayah administrasi	32
Tabel 18. Tabel perubahan titik lokasi sampling	34
Tabel 19. Ringkasan Data Kualitas Air Tanah DKI Jakarta Pada Periode 1 dan 2 2023	44
Tabel 20. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023	46
Tabel 21. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023.....	52
Tabel 22. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023	59
Tabel 23. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2 2023.....	65
Tabel 24. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023.....	71
Tabel 25. Distribusi Indeks Pencemaran pada Air Tanah di DKI Jakarta Berdasarkan Wilayah Administrasi Kota	75
Tabel 26. Analisis Hubungan Karakteristik Titik Pemantauan terhadap Status Mutu Air	77
Tabel 27. Distribusi Indeks Pencemaran pada Air Tanah di DKI Jakarta Berdasarkan Wilayah Administrasi Kota	79
Tabel 28. Analisis Hubungan Karakteristik Titik Pemantauan terhadap Status Mutu Air	80
Tabel 29. Kelurahan dengan Indeks Pencemar Tertinggi dan Terendah di Setiap Wilayah	81
Tabel 30. Perbandingan parameter kualitas air yang diperhitungkan dalam IP tahun 2017 sampai dengan 2023	97
Tabel 31. Pengaruh waktu dan suhu pemanasan terhadap survival ratio Total Koliform dan E. coli	106
Tabel 32 Ringkasan informasi IPAL yang beroperasi di DKI Jakarta	111

Daftar Gambar

Gambar 1. Peta Indeks Pencemaran Air Tanah DKI Jakarta Tahun 2022	9
Gambar 2. Wilayah DKI Jakarta.....	13
Gambar 3. Alur Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta 2023	21
Gambar 4. Distribusi Titik Pemantauan di DKI Jakarta	33
Gambar 5. Distribusi Jenis Sumur yang Digunakan pada Titik Pemantauan	35
Gambar 6. Sebaran Kedalaman Sumur Titik Pemantauan	36
Gambar 7. Distribusi Jenis Aktivitas Penggunaan Air Tanah pada Titik Pemantauan	37
Gambar 8. Histogram Distribusi Umur Sumur Titik Pemantauan	37
Gambar 9. Persentase Kelayakan Kondisi Fisik Sumur pada 267 Titik Pemantauan	38
Gambar 10. Persentase Air Jernih dan Tidak Jernih Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan.....	39
Gambar 11. Persentase Air Bau dan Tidak Bau Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan ...	39
Gambar 12. Persentase Air Yang Teramat Lapisan Minyak dan Tidak Ada Lapisan Minyak Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan.....	40
Gambar 13. Distribusi Jenis Tata Guna Lahan di Sekitar Sumur Titik Pemantauan	41
Gambar 14. Distribusi Jarak dan Posisi Sumur Terhadap Tangki Septik	42
Gambar 15. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023	47
Gambar 16. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), Mangan (tengah) dan Besi (bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023	49
Gambar 17. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023	50
Gambar 18. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023	53
Gambar 19 Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), organik (tengah) dan DO (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023	55
Gambar 20. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi TDS dan Mangan pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023	57
Gambar 21. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023	60
Gambar 22. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi Surfaktan (Atas) dan Mangan (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023.....	62
Gambar 23. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023	63
Gambar 24. Hasil Pemantauan Parameter DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2 2023	66
Gambar 25. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2 2023	67
Gambar 26. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), Besi (tengah) dan Mangan (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2i 2023	69

Gambar 27. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023	72
Gambar 28. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (atas), Besi (tengah) dan Mangan (bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023.....	74
Gambar 29. Peta IP Air Tanah di DKI Jakarta Periode Maret 2023	76
Gambar 30. Peta IP Air Tanah di DKI Jakarta Periode Agustus 2023	79
Gambar 31. Dokumentasi Lapangan	82
Gambar 32. Peta Sebaran Konsentrasi Total Koliform pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	83
Gambar 33. Peta Sebaran Konsentrasi E. coli pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	84
Gambar 34. Peta Sebaran Konsentrasi Besi pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	85
Gambar 35. Peta Sebaran Konsentrasi Mangan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	86
Gambar 36. Peta Sebaran Nilai TDS pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	87
Gambar 37. Peta Sebaran Konsentrasi DO pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1	88
Gambar 38. Peta Sebaran Konsentrasi Total Koliform pada Air Tanah di DKI Jakarta periode 2	89
Gambar 39. Peta Sebaran Konsentrasi E. coli pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2	90
Gambar 40. Peta Sebaran Konsentrasi Surfaktan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2	91
Gambar 41. Peta Sebaran Konsentrasi Mangan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2	93
Gambar 42. Peta Sebaran Nilai TDS pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2	95
Gambar 43. Peta Sebaran Konsentrasi DO pada Air Tanah di DKI Jakarta	96
Gambar 44 Tren konsentrasi Total Coliform dan E coli (atas) serta Besi dan Mangan (bawah) periode 2017-2023	98
Gambar 45 Distribusi mutu air tanah DKI Jakarta periode pemantauan 2017-2023	99
Gambar 46 Tren spasial-temporal konsentrasi total coliform pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023 ..	100
Gambar 47 Tren spasial-temporal konsentrasi E. coli pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023.....	101
Gambar 48 Tren spasial-temporal konsentrasi besi pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023.....	102
Gambar 49 Tren spasial-temporal konsentrasi mangan pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023.....	103
Gambar 50. Daerah Cekungan dan Tinggi muka air tanah DKI Jakarta	104
Gambar 51. Pengaruh tinggi muka air tanah terhadap IP.....	105
Gambar 52 Contoh instalasi unit filtrasi skala rumahan	107
Gambar 53 Contoh instalasi unit oksidasi-filtrasi skala rumahan	108
Gambar 54 Contoh instalasi unit klorinasi-filtrasi skala rumahan.....	109
Gambar 55 Sumur pantau milik ESDM.....	111

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan salah satu komponen abiotik yang dibutuhkan dalam kelangsungan seluruh makhluk hidup di muka bumi. Dalam aktivitas manusia, air digunakan untuk kebutuhan konsumsi maupun sanitasi. Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan aktivitas manusia tersebut idealnya merupakan air yang memenuhi syarat kuantitas dan kualitas sesuai dengan ketentuan peraturan pemerintah pusat maupun daerah. Dari aspek kuantitas, kebutuhan air bersih diperkirakan mencapai 120 liter per orang setiap harinya (Badan Standar Nasional Indonesia, 2002). Sedangkan dari segi kualitas, air bersih dapat didefinisikan sebagai air yang tidak berbau, berasa dan berwarna serta memenuhi baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023 untuk kebutuhan sanitasi dan Permenkes No 492 Tahun 2010 untuk kebutuhan air minum.

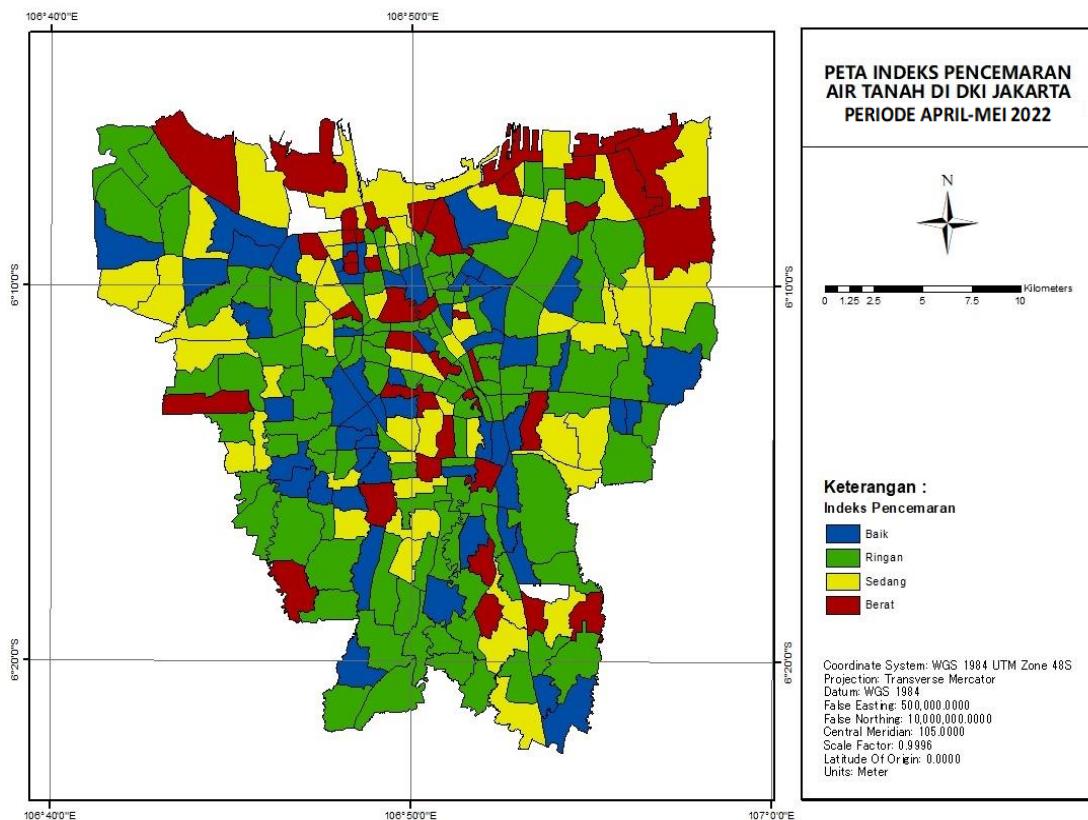
Salah satu sumber air yang dapat digunakan sebagai sumber air bersih adalah air tanah. Menurut Peraturan Pemerintah No.43 Tahun 2008 tentang Air Tanah, air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Karena belum memadainya sistem penyediaan air terpusat, konsumsi air tanah di Indonesia cenderung besar, khususnya di DKI Jakarta sebagai ibukota negara. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2019), jumlah penggunaan air tanah di DKI Jakarta pada tahun 2018 sebesar $8.155.282 \text{ m}^3$ dan $6.693.949 \text{ m}^3$ pada tahun 2019.

Di samping kebutuhan akan air tanah yang relatif besar, di sisi lain trend ketersediaan dan kualitas air tanah justru semakin berkurang. Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah, salah satunya ialah pertumbuhan penduduk (Asri & Setiawan, 2013). Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, jumlah penduduk DKI Jakarta tahun 2019 mencapai 11.063.324 jiwa, sementara luas DKI Jakarta adalah $662,33 \text{ km}^2$ (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2020a). Melalui jumlah tersebut, dapat diketahui bahwa kepadatan penduduk DKI Jakarta mencapai 16.704 jiwa/km^2 . Mengingat pertumbuhan penduduk yang kian lama kian meningkat, masalah yang ditimbulkan pun semakin kompleks. Pertumbuhan penduduk yang tinggi tanpa diiringi dengan ketersediaan lahan yang ada dapat menyebabkan terbatasnya fasilitas sanitasi yang ada pada suatu pemukiman. Hal ini dapat menurunkan kuantitas dan kualitas air bersih yang disebabkan karena tingginya kebutuhan akan air tidak diimbangi dengan ketersediaan fasilitas sanitasi yang ada (Anggraini et al., 2013).

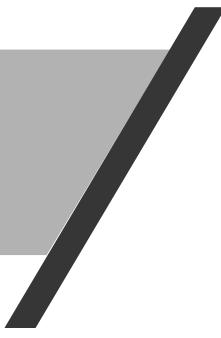
Kepadatan penduduk selanjutnya berdampak pada munculnya faktor lain yang juga menjadi pengaruh bagi kualitas air tanah, yakni alih fungsi lahan. Di DKI Jakarta, ruang terbuka hijau hanya sebesar 14,9%

dari total luas wilayah yang ada (Kompas, 2019). Hal ini menyebabkan air yang seharusnya dapat diserap justru menjadi limpasan yang mengalir ke sungai dan diteruskan ke laut. Dampak yang dirasakan langsung dari kondisi tersebut adalah kurangnya ketersediaan air tanah (Widodo, 2013).

Air tanah yang berada di bawah pemukiman yang padat penduduk dapat mengandung unsur-unsur yang mengakibatkan terjadinya pencemaran air tanah seperti timbulnya bau, tingginya tingkat kekeruhan, dan adanya bakteri coliform yang tidak memenuhi standar baku mutu kualitas air (Agnes Fitria Widiyanto & Saudin Yuniarno, 2015). Pencemaran bakteri coliform diakibatkan karena adanya limbah baik yang berasal dari limbah domestik maupun limbah industri. Bahan buangan organik yang berasal dari limbah industri maupun limbah rumah tangga pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga hal ini dapat mengakibatkan pencemaran pada air tanah (Stefanakis et al., 2015).



Gambar 1. Peta Indeks Pencemaran Air Tanah DKI Jakarta Tahun 2022



Berdasarkan laporan pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta pada tahun 2022, diperoleh informasi bahwa hanya 20% titik pemantauan di DKI Jakarta yang memiliki Indeks Pencemaran (IP) dengan status baik ($IP < 1$) sedangkan kualitas air tanah pada titik pemantauan didominasi oleh IP dengan status Cemar Ringan dengan persentase sebesar 48% (Gambar 1). Titik pemantauan dengan status Cemar Berat diperoleh pada 3% titik pemantauan. Umur sumur dan jenis sumur diperkirakan menjadi faktor signifikan yang menyebabkan variabilitas nilai IP pada titik pemantauan. Laporan tersebut juga menganalisis kualitas air tanah DKI Jakarta secara temporal dimana status mutu air berfluktuasi dengan tren umum nilai IP meningkat (kualitas memburuk) sepanjang empat periode pemantauan dari tahun 2017 sampai dengan 2022. Hal ini dapat disebabkan berbagai faktor, salah satunya adalah musim, di mana Bulan Januari merupakan puncak musim hujan sehingga mobilitas pencemar di tanah juga meningkat terbawa air hujan yang menginfiltasi tanah.

Mengingat tren kuantitas air tanah yang terus menurun akibat rendahnya infiltrasi air tanah dan beban pencemaran yang terus bertambah yang berpotensi menyebabkan pencemaran air tanah, pemantauan kualitas air tanah untuk melihat kondisi kualitas air dan status mutu air tanah dari waktu ke waktu menjadi sangat penting. Ditambah lagi, hasil pemantauan ini dapat menjadi dasar dalam penentuan kebijakan pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan seuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota. Berdasarkan perjanjian Kerjasama No. 1331/ -1.774.12 antara Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta sebagai pembuat komitmen dan UP2M Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia sebagai pelaksana, dilakukan Kajian Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023.

Tujuan Pemantauan

Maksud dari kegiatan pemantauan kualitas lingkungan air tanah ini merupakan upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan informasi tentang kualitas air tanah di Provinsi DKI Jakarta Analisis dan evaluasi berdasarkan Indeks Pencemar (IP). Tujuan Pemantauan kualitas lingkungan air tanah adalah:

1. Terukurnya kualitas air tanah.
2. Tersusunnya informasi status mutu air tanah.
3. Tersusunnya laporan hasil kegiatan.

Ruang Lingkup Pemantauan

Ruang lingkup Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta meliputi:

1. Melakukan pengukuran kualitas air tanah pada 2 periode musim (hujan dan kemarau), meliputi:
 - a. Pengambilan sampel di 267 titik pantau,
 - b. Pengukuran *in situ*, meliputi:
 - 1) Pengukuran untuk parameter suhu, pH, DO, turbiditas, salinitas, TDS, ORP, dan daya hantar listrik,
 - 2) Identifikasi kegiatan sekitar titik pantau,
 - 3) Dokumentasi berupa berita acara lapangan dan foto, dan dilakukan pada semua titik pantau.
 - c. Pengiriman sampel air tanah ke Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta.
2. Menyusun Profil lokasi pemantauan.
3. Melakukan analisis dan evaluasi kualitas air tanah yang mencakup:
 - a. Analisis dan evaluasi berdasarkan Indeks Pencemar (IP),
 - b. Analisis dan evaluasi berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologi,
 - c. Analisis dan evaluasi kualitas air tanah berdasarkan sumber pencemar, dan
 - d. Analisis dan evaluasi kualitas air tanah secara spasial
4. Menyusun laporan hasil kegiatan pemantauan kualitas lingkungan air tanah yang mencakup:
 - a. Laporan pendahuluan
 - b. Laporan survei pengambilan sampel periode 1
 - c. Laporan survei pengambilan sampel periode 2
 - d. Laporan akhir kegiatan
 - e. Laporan ringkas (*executive summary*)

Luaran Pemantauan

Produk yang dihasilkan dari pelaksanaan kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah ini adalah dokumen laporan penyelenggaraan kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di tahun 2023.

BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH DKI JAKARTA

Wilayah Administrasi DKI Jakarta

Provinsi DKI Jakarta terbagi dalam lima Kota Administrasi dan satu Kabupaten Administrasi yaitu Kota Administrasi Jakarta Pusat, Jakarta Barat, Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta utara dan Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Berikut ini merupakan pembagian luas wilayah administrasi DKI Jakarta.

Tabel 1. Luas Wilayah DKI Jakarta

Wilayah	Luas (km ²)
Jakarta Pusat	48,13
Jakarta Barat	129,54
Jakarta Selatan	141,27
Jakarta Timur	188,03
Jakarta Utara	146,66
Kepulauan Seribu	8,70

Sumber: (Bappeda DKI Jakarta, 2018)

Secara administrasi wilayah, masing-masing Kota dan Kabupaten Administrasi dibagi menjadi beberapa kecamatan. Masing-masing kecamatan tersebut terbagi lagi menjadi beberapa kelurahan. Kota Administrasi Jakarta Pusat terdiri dari 8 Kecamatan, 44 Kelurahan, 389 RW, dan 4.572 RT. Kota Administrasi Jakarta Utara terdiri dari 6 Kecamatan, 31 Kelurahan, 449 RW, dan 5.223 RT. Kota Administrasi Jakarta Barat terdiri dari 8 Kecamatan, 56 Kelurahan, 586 RW, dan 6.481 RT. Kota Administrasi Jakarta Timur terdiri dari 10 Kecamatan, 65 Kelurahan, 707 RW, dan 7.926 RT. Kota Administrasi Jakarta Selatan terdiri dari 10 Kecamatan, 65 Kelurahan, 576 RW, dan 6.088 RT. Sedangkan, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu hanya terdiri dari 2 Kecamatan, 6 Kelurahan, 24 RW dan 127 RT (Bappeda DKI Jakarta, 2018).



Gambar 2. Wilayah DKI Jakarta

Sumber: (BPK, 2022)

Kondisi Geografis, Geologi dan Hidrologi

Provinsi DKI Jakarta terletak pada posisi geografis antara $5^{\circ}19'12''$ – $6^{\circ}23'54''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}22'42''$ – $106^{\circ}58'18''$ Bujur Timur (Bappeda DKI Jakarta, 2018). DKI Jakarta memiliki luas wilayah keseluruhan sebesar $7.659,02 \text{ km}^2$, meliputi luas daratan sebesar $662,33 \text{ km}^2$ dan luas lautan sebesar $6.977,5 \text{ km}^2$ (Bappeda DKI Jakarta, 2013). Wilayah DKI Jakarta merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 7 meter di atas permukaan laut (Bappeda DKI Jakarta, 2018).

Berdasarkan Undang-Undang No. 29 Tahun 2007 tentang Pemerintahan Daerah Khusus Ibukota Jakarta sebagai Ibukota Negara Kesatuan Republik Indonesia, Provinsi DKI Jakarta memiliki batas-batas yaitu sebelah selatan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Bekasi dan Kota Bekasi

Provinsi Jawa Barat, sebelah selatan berbatasan dengan Kota Depok Provinsi Jawa Barat, serta sebelah barat berbatasan dengan Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang Provinsi Banten.

Secara geologis, wilayah Jakarta merupakan dataran aluvial, yang materi tanahnya berasal dari endapan hasil pengangkutan aluran permukaan dan air sungai yang mengalir pada wilayah tersebut. Selain itu, wilayah pesisir di DKI Jakarta cukup luas, yakni sekitar 155 km². Wilayah ini membentang dari timur ke barat sekitar 35 kilometer dan menjorok ke darat antara 4 – 10 kilometer (Bappeda DKI Jakarta, 2013).

Provinsi DKI Jakarta termasuk dalam kota delta yaitu kota yang berada pada muara sungai. Kota delta umumnya berada pada di bawah permukaan laut, dan cukup rentan dengan perubahan iklim. Kota delta Jakarta dialiri oleh 13 aliran sungai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Tiga belas sungai yang bermuara di Jakarta sebagian besar berhulu di daerah Jawa Barat dan bermuara di Teluk Jakarta. Tiga belas sungai tersebut yaitu Kali Mookervart, Kali Angke, Kali Pesanggrahan, Kali Grogol, Kali Krukut, Kali Baru Barat, Kali Ciliwung, Kali Cipinang, Kali Sunter, Kali Baru Timur, Kali Buaran, Kali Jati Kramat, dan Kali Cakung (Bappeda DKI Jakarta, 2013).

Demografi

Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan jumlah penduduk DKI Jakarta mencapai 10,64 juta jiwa pada 2022. Dibandingkan tahun lalu, jumlah tersebut meningkat 0,38%, yakni 10,64 juta jiwa. Jumlah penduduk ibu kota ini setara dengan 3,87 persen dari total penduduk Indonesia yaitu 275,77 juta jiwa. Angka ini merupakan yang tertinggi keenam di antara seluruh provinsi di tanah air. Berdasarkan jenis kelamin, penduduk Jakarta didominasi oleh laki-laki, yaitu 5,38 juta jiwa atau 50,33 persen. Sedangkan, ada 5,3 juta orang atau sekitar 49,67 persen. Berdasarkan kelompok umur, mayoritas penduduk Jakarta atau 71,4% adalah usia kerja atau 15-64 tahun.

Di antara penduduk Jakarta, terdapat 22,5 persen yang belum mencapai usia kerja, yakni 0-15 tahun. Sedangkan 6,1% penduduk Jakarta sudah tidak produktif lagi karena sudah berusia di atas 64 tahun. Sedangkan kepadatan penduduk Jakarta mencapai 16.125 jiwa per kilometer persegi (km²). Angka tersebut didapat dari jumlah penduduk ibu kota dibagi luas wilayahnya yang hanya 664 km². Kepadatan penduduk tertinggi berada di kota Jakarta Pusat, yaitu 22.439 jiwa per km². Sedangkan Kabupaten Kepulauan Seribu memiliki kepadatan penduduk terendah hanya 3.325 jiwa/km².

Tabel 2 Demografi DKI Jakarta tahun 2022

Kelompok Umur	Jumlah		
	2020	2021	2022
0-4	661,018	799,048	798,107
5-9	893,762	800,839	788,473
10-14	874,865	813,264	797,189
15-19	825,828	834,848	830,835
20-24	818,069	854,382	862,490
25-29	835,638	859,215	854,980
30-34	861,109	883,303	856,147
35-39	974,357	873,639	865,357
40-44	913,386	856,926	847,114
45-49	799,344	787,945	802,044
50-54	670,571	680,391	705,062
55-59	526,403	560,584	587,846
60-64	377,636	422,277	455,681
65+	530,102	618,115	696,905
Jumlah	10,562,088	10,644,776	10,748,230

Sumber: (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2023)

Sumber Air Bersih

Seiring berjalananya waktu, intensitas kebutuhan air bersih dan air minum di DKI Jakarta semakin meningkat. Namun, hal ini tidak didukung dengan ketersediaan air yang cukup serta fasilitas pengolahan air bersih yang memadai. Jumlah ini dapat dilihat pada data persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sumber air minum layak. Data sejak tahun 2016 hingga 2019 menunjukkan keadaan yang fluktuatif. Bahkan, di beberapa daerah jumlah tersebut justru semakin menurun setiap tahunnya. Berikut secara terperinci data mengenai hal tersebut tersedia pada Tabel 3.

Tabel 3 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sumber Air Minum Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta, 2017 – 2020

Kab/Kota	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sumber Air Minum Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kep Seribu	4	24	85	93	96	94
Jakarta Selatan	32	32	90	100	100	89

Kab/Kota	Percentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sumber Air Minum Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jakarta Timur	25	23	91	100	100	91
Jakarta Pusat	28	23	90	100	100	99
Jakarta Barat	33	25	90	100	100	98
Jakarta Utara	19	19	90	100	100	100
DKI Jakarta	28	25	90	100	100	95

Sumber: (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2023)

Berdasarkan data di atas, secara umum persentase rumah tangga di DKI Jakarta yang memiliki akses terhadap sumber air minum layak adalah sebesar 95% pada tahun 2021. Kota Jakarta Selatan merupakan kota dengan persentase terendah dimana hanya 89% rumah tangga yang memiliki akses air minum layak. Selain itu, bila mengacu ke daerah yang berada di sekitar Jakarta sendiri, nilai tertinggi justru dimiliki oleh Jakarta Utara dengan persentase 100% sejak tahun 2019.

Di sisi lain, pada data di atas, nilai terendah pada tahun 2021 dimiliki oleh Kota Jakarta Selatan, yakni mencapai sekitar 89%. Pada tahun 2019 dan 2020, jumlah persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sumber air minum layak sebetulnya sudah mencapai 100%. Namun, sayangnya pada 2021 jumlah tersebut justru mengalami penurunan menjadi 89%.

Selain itu, Kota Jakarta Timur dan Jakarta Pusat justru konstan mengalami penurunan dari angka 28% hingga 17% pada tahun 2016 dan 2017. Jumlah tersebut melonjak menjadi 90% pada tahun 2018 dan mencapai 100% pada tahun 2019. Secara keseluruhan, bila mengacu pada setiap kota/kabupaten di DKI Jakarta, setiap tahunnya sejak 2016 hingga 2021 telah terjadi peningkatan persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sumber air minum layak.

Selain akses terhadap air minum yang layak, terdapat pula data mengenai distribusi persentase rumah tangga dan sumber air minum di Provinsi DKI Jakarta. Hal ini meliputi persentase daerah berdasarkan penggunaan sumber air berupa sumur, mata air, pompa, leding, air hujan, air permukaan, ataupun sumber lainnya. Berikut data mengenai hal tersebut disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Distribusi Persentase Rumah Tangga dan Sumber Air Minum di Provinsi DKI Jakarta, 2021

Kabupaten/Kota	Leding	Pompa	Air Dalam Kemasan	Sumur Terlindungi
Kep Seribu	12,17	0,28	87,12	0,20
Jakarta Selatan	0,51	25,56	73,75	0,18

Kabupaten/Kota	Leding	Pompa	Air Dalam Kemasan	Sumur Terlindungi
Jakarta Timur	1,29	18,76	79,76	0,19
Jakarta Pusat	16,48	3,13	80,39	0
Jakarta Barat	13,40	4,14	82,46	0
Jakarta Utara	16,22	0,45	83,08	0,25
DKI Jakarta	8	12	80	0

Sumber: (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2020b)

Berdasarkan data di atas, sumber air minum mayoritas berasal dari air dalam kemasan. Persentase rumah tangga yang menjadikan air minum dalam kemasan sebagai sumber utama mencapai kisaran 73% hingga 89%. Selain itu, masih ada rumah tangga yang menggunakan air minum dari sumber lain seperti air sumur terlindungi, leding, dan pompa. Sumber lain yang memiliki persentase di bawah air dalam kemasan ialah air leding dengan kisaran persentase rata-rata mencapai 9,7%.

Kondisi Sanitasi DKI Jakarta

Kondisi sanitasi di DKI Jakarta juga cukup bervariasi. Terdapat rumah tangga yang menggunakan fasilitas buang air besar milik sendiri, bersama, MCK Umum, bahkan masyarakat yang tidak memiliki dan tidak menggunakan fasilitas tersebut. Sebagian besar rumah tangga telah memiliki fasilitas buang air besar milik sendiri, dengan persentase rata-rata mencapai 83,02%. Namun, sebagian masyarakat masih menggunakan fasilitas buang air besar secara bersama dan persentase terbesar untuk hal ini terdapat di daerah Jakarta Pusat. Lebih lanjut lagi, sebagian kecil masyarakat masih menggunakan fasilitas MCK umum, meski persentasenya relatif kecil, yakni rata-rata hanya 2,69%. Persentase penggunaan MCK umum paling banyak terdapat di Jakarta Pusat dengan jumlah 5,26%. Meski demikian, masih terdapat 0,41% masyarakat yang tidak menggunakan fasilitas tempat buang air besar dan sekitar 0,14% tidak memiliki. Secara lebih terperinci, data mengenai kondisi fasilitas sanitasi di DKI Jakarta per tahun 2019 dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Distribusi Persentase Rumah tangga Menurut Kabupaten/Kota dan Penggunaan Fasilitas Tempat Buang Air Besar di Provinsi DKI Jakarta, 2020

Kabupaten/Kota	Sendiri	Bersama	MCK Umum	Tidak Menggunakan	Tidak Ada	Jumlah Total
Kep Seribu	89,90	6,24	3,57	-	0,29	100,00
Jakarta Selatan	90,20	8,38	1,42	-	-	100,00
Jakarta Timur	90,80	7,60	1,60	-	-	100,00

Kabupaten/Kota	Sendiri	Bersama	MCK Umum	Tidak Menggunakan	Tidak Ada	Jumlah Total
Jakarta Pusat	67,34	25,91	6,75	-	-	100,00
Jakarta Barat	83,05	12,69	4,26	-	-	100,00
Jakarta Utara	78,49	17,38	3,92	-	0,21	100,00
DKI Jakarta	84,42	12,44	3,10	-	0,04	100,00

Sumber: (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2020b)

Selain itu, terdapat pula data yang menunjukkan persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sanitasi layak. Persentase terendah dimiliki oleh Kepulauan Seribu dengan jumlah akses terhadap sanitasi hingga data terbaru hanya berada di angka 82,27%. Selanjutnya, bila mengacu ke daerah yang berada d kawasan Jakarta sendiri, Jakarta Utara memiliki angka terendah pada 2020 dengan jumlah 89,58%. Kota Jakarta Utara juga merupakan daerah yang memiliki peningkatan akses sanitasi paling sedikit sejak 2019 ke 2020, yakni hanya sekitar 0,07%. Padahal, pada tahun 2019, jumlah terendah dimiliki oleh Jakarta Pusat dengan angka 87,53%. Namun, jumlah ini mampu ditingkatkan lebih tinggi sebanyak 3% daripada Jakarta Utara. Secara keseluruhan, dari semua kota/kabupaten yang ada di DKI Jakarta, dalam kurun waktu 2019 hingga 2020, terdapat peningkatan persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sanitasi layak. Secara terperinci data tersebut dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Terhadap Sanitasi Layak Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DKI Jakarta, 2021

Kabupaten/Kota	2019	2020	2021
Kepulauan Seribu	73	82	84
Jakarta Selatan	93	90	97
Jakarta Timur	95	98	97
Jakarta Pusat	88	90	90
Jakarta Barat	95	94	98
Jakarta Utara	90	90	91
DKI Jakarta	93	93	95

Sumber: (BPS DKI Jakarta, 2021)

Lebih lanjut lagi, terdapat data mengenai jumlah sarana alat angkut air bersih dan tinja/air kotor di Provinsi DKI Jakarta pada kurun waktu tahun 2017 hingga 2019. Data menunjukkan bahwa sarana alat angkut berupa mobil toilet lebih banyak digunakan di setiap tahunnya dibandingkan truk tinja ataupun truk tangki air. Jenis alat angkut ini justru mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2017 karena

digunakan lebih dari dua kali lipat jumlah pada tahun sebelumnya. Sebaliknya, truk ninja merupakan sarana yang paling sedikit digunakan setiap tahunnya. Secara keseluruhan, pada kurun waktu 2017 hingga 2019, jumlah sarana alat angkut semakin mengalami peningkatan.

Tabel 7 Jumlah Sarana Alat Angkut Air Bersih dan Ninja/Air Kotor di Provinsi DKI Jakarta, 2017 – 2019

Sarana Alat Angkut	2017	2018	2019
Truk Ninja	2	2	2
Mobil Toilet	11	11	31
Truk Tangki Air	6	10	7
Jumlah	19	23	39

Sumber: (BPS DKI Jakarta, 2021)

BAB 3 METODE PEMANTAUAN

Alur Pemantauan

Alur Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta ditunjukkan pada Gambar 3. Secara umum alur pemantauan terdiri dari:

1. Pemantauan Pustaka

Pada tahap ini, dilakukan tinjauan mendalam dan terbaru terkait peraturan baku mutu kualitas air tanah, laporan pemantauan dan penelitian terdahulu berserta standar-standar terkait pengambilan dan pengujian sampel air tanah.
2. Persiapan pengambilan sampel

Tahap ini meliputi persiapan peralatan pengambilan sampel air tanah dan pengukuran parameter *in situ* untuk *surveyor*, pengadaan alat ukur parameter *in situ*, wadah sampel serta perlengkapan preservasi sampel berserta koordinasi rutin dengan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta.
3. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder terkait seperti tata guna lahan, penurunan muka air tanah, kondisi infrastruktur sanitasi, risiko banjir, dan kondisi kesehatan dari berbagai sumber dikumpulkan untuk analisis dan pengolahan data hasil pemantauan.
4. Pengambilan sampel

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel pada 267 titik yang mewakili setiap kelurahan di DKI Jakarta sesuai dengan SNI 6989.58: 2008.
5. Pengukuran parameter *in situ*

Tahap ini meliputi pengukuran untuk parameter suhu, pH, DO, turbiditas, salinitas, TDS, dan ORP sesuai dengan SNI 6989.58: 2008.
6. Kuesioner kondisi lingkungan sampel

Pengisian kuesioner pada tahap ini dilakukan untuk menarik informasi terkait identifikasi kegiatan sekitar titik pantau, tata guna lahan, kondisi air sampel secara visual, penggunaan sampel, dokumentasi berupa berita acara lapangan dan foto yang dilakukan pada semua titik pantau
7. Uji laboratorium parameter *ex situ*

Pada tahap ini dilakukan pengujian sampel di laboratorium berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023
8. Perhitungan Indeks Pencemaran (IP)

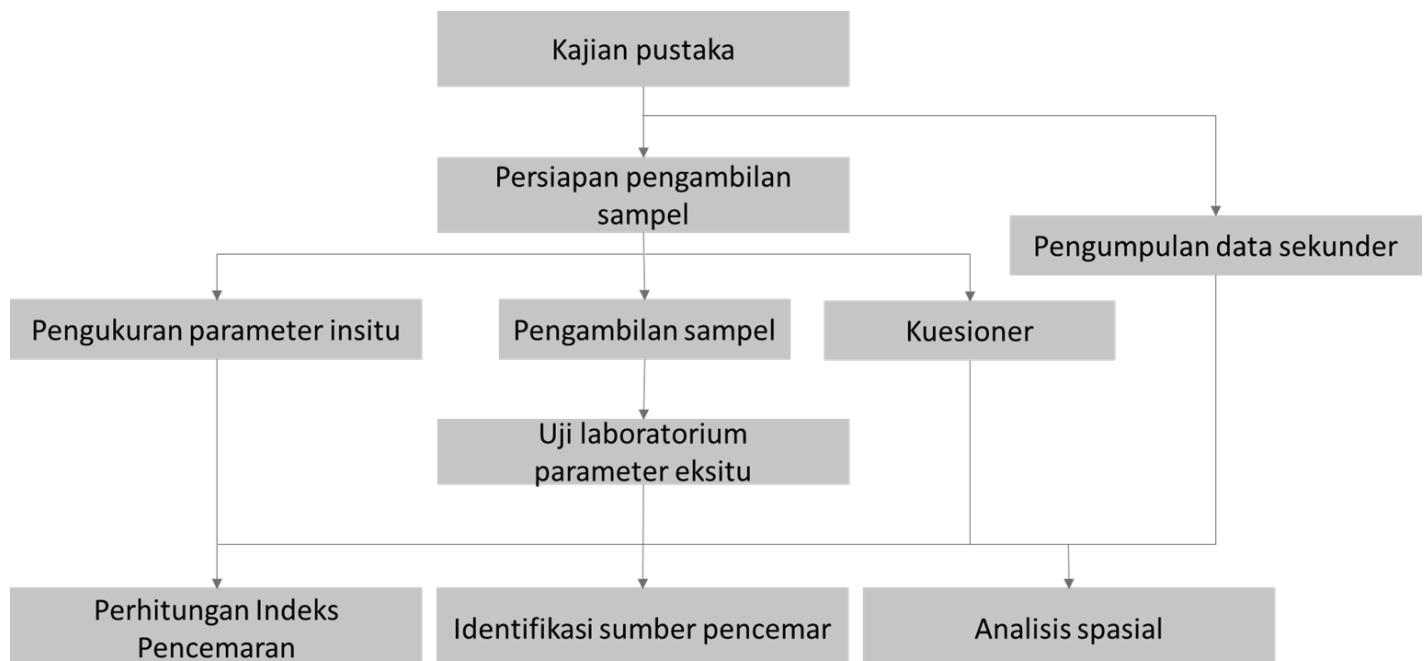
Pada tahap ini dilakukan perhitungan indeks pencemaran dengan metode perhitungan sesuai yang dijelaskan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003.

9. Identifikasi sumber pencemar

Tahap ini meliputi analisis hubungan antara muka air tanah, jenis sumur, tata guna lahan, penurunan muka air tanah, kondisi infrastruktur sanitasi, risiko banjir dengan variabilitas kualitas air tanah hasil pengujian *in situ* maupun laboratorium.

10. Analisis spasial kualitas air tanah DKI Jakarta

Pada tahap ini, variabilitas spasial IP dan parameter kualitas air tanah yang berkontribusi secara signifikan dipetakan dan diekstrapolasi dengan menggunakan aplikasi berbasis *Geographic Information System* (GIS) untuk dianalisis secara spasial.



Gambar 3. Alur Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta 2023

Kajian Pustaka

Beberapa pustaka dan peraturan utama yang dikaji secara mendalam pada pemantauan ini ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Daftar Pustaka dan Peraturan Utama yang Dikaji Secara Mendalam

No	Pustaka/Peraturan	Keterangan
1	Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003	Metode perhitungan indeks pencemaran
2	Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023	Baku mutu kualitas air untuk keperluan higiene sanitasi
3	SNI 6989.58: 2008	Standar pengambilan sampel air dan pengukuran parameter <i>in situ</i>
4	DIKPLHD 2016	Pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta tahun 2016
5	DIKPLHD 2017	Pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta tahun 2017
6	DIKPLHD 2018	Pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta tahun 2018
7	DIKPLHD 2019	Pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta tahun 2019
8	Badan Pusat Statistik DKI Jakarta 2022	Infrastruktur sanitasi DKI Jakarta 2022
9	Uji Bakteriologis Air Sumur Pemukiman Penduduk di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Idrawati, 2012)	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah
10	<i>Data on Nitrate–Nitrite pollution in the groundwater resources a Songor plain in Iran (Jalili et al, 2018)</i>	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah
11	<i>Assessment of spatial-temporal patterns of surface and ground water qualities and factors influencing management strategy of groundwater system in an urban river corridor of Nepal (Kannel et al., 2008)</i>	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah
12	<i>Groundwater Characteristics in Jakarta Area, Indonesia (Kagabu et al., 2010)</i>	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah DKI Jakarta
13	<i>Groundwater Quality Assessment in Jakarta Capital Region for the Safe Drinking Water (Fadly et al., 2017)</i>	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah DKI Jakarta
14	<i>Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity (Luo et al., 2019)</i>	Publikasi ilmiah terkait kualitas air tanah DKI Jakarta
15	<i>Jakarta Groundwater Basin Recharge - Discharge Boundary Area Map: A Preliminary Study(Dwinanti et al ,2019)</i>	Publikasi ilmiah terkait air tanah DKI Jakarta

Persiapan Pengambilan Sampel

Untuk menjamin pengambilan sampel dilakukan dengan metode sesuai SNI 6989.58: 2008, dilakukan pelatihan pengambilan sampel air tanah dan pengukuran parameter *in situ* untuk surveyor dengan materi meliputi:

- Metode pengambilan sampel air tanah,
- Metode pengawetan sampel,
- Metode pengukuran parameter *in situ*,
- Metode kalibrasi *water checker*, serta
- Metode observasi kondisi lapangan.

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang dikaji pada kegiatan pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta 2023 didasarkan pada Baku Mutu Kualitas Air untuk keperluan Higiene dan Sanitasi Permenkes 02/2023. Baku Mutu Permenkes 02 tahun 2023 tersebut menggantikan Baku Mutu sebelumnya yang tercantum pada Permenkes 32 tahun 2017. Terdapat pengetatan level bahaya pada seluruh parameter (rata-rata 20%) kecuali Total koliform (dari 50 CFU/100 ml menjadi 0 CFU/100 ml) dan pelonggaran level bahaya untuk Nitrat/Nitrit sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi Permenkes 02/2023 u

Parameter	Satuan	32/2017	02/2023
Warna	TCU	50	10
Besi	mg/L	1	0.2
Mangan (Mn)	mg/L	0.5	0.1
Nitrat	mg/L	10	20
Nitrit	mg/L	1	3
Krom Heksavalen	mg/L	0.05	0.01
TDS	mg/L	1000	300
Total Koliform	CFU / 100 mL	50	0
E. Coli	CFU / 100 mL	0	0
Bau			

Beberapa penjelasan terkait sumber dan dampak kesehatan apabila terpapar pencemar yang tertera pada baku mutu kualitas air tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Sumber dan dampak kesehatan pencemar pada baku mutu kualitas air higiene dan sanitasi

Permenkes 02/2023

No	Parameter	Keterangan	Dampak Kesehatan
1	Warna	warna alami dari air yang dapat disebabkan oleh adanya ion logam (besi dan mangan), humus, plankton, tumbuhan air	Tidak spesifik
2	Besi (Fe)	Air hujan yang meresap ke dalam tanah dan formasi geologi dibawahnya melarutkan besi, menyebabkannya meresap ke dalam akuifer	Besi tidak berbahaya bagi kesehatan, namun dianggap sebagai kontaminan sekunder dan mengganggu estetika karena bau dan warnanya.
3	Mangan (Mn)	Secara alami terdapat pada batuan, tanah, air tanah, air permukaan, dan makanan	Konsumsi air minum yang secara alami mengandung konsentrasi mangan yang cukup tinggi seumur hidup, berisiko menimbulkan gejala-gejala neurologi dan peningkatan retensi mangan
4	Nitrat	Produk nitrifikasi ammonia yang terkandung pada air limbah domestik dan industri	Peningkatan risiko methemoglobinemia, anemia, penyakit kardiovaskular, penyakit paru-paru, asidosis, atau sepsis,
5	Nitrit		
6	Zat Padat Terlarut (TDS)	semua elemen baik dan buruk dalam air termasuk zat organik dan anorganik seperti mineral, garam, logam, kation, atau anion yang terlarut dalam air.	Tidak spesifik
7	Krom heksavalen (Cr-VI)	Logam berat yang dihasilkan dari aktivitas industri seperti industri metalurgi, baterai, pewarna, pestisida dan elektroplating	peningkatan risiko kanker perut dan gangguan reproduksi. Kontak langsung dapat menyebabkan ruam alergi pada kulit pada beberapa orang
8	Total Coliform	Bakteri yang ditemukan di tanah, di air yang dipengaruhi oleh air permukaan, dan di kotoran manusia atau hewan. umumnya ditemukan di lingkungan (misalnya tanah atau tumbuh-tumbuhan).	Tidak berbahaya jika tidak ditemukan kandungan E. coli/Fecal coli

No	Parameter	Keterangan	Dampak Kesehatan
9	E. Coli	Berasal dari feses mahluk hidup dan merupakan indikator pencemaran aktivitas domestik dan peternakan	Menyebabkan penyakit seperti meningitis, septikemia, infeksi saluran kemih, dan usus. Strain E. coli yang tertemtu(E. coli 0157:H7) dapat berakibat fatal pada anak kecil dan orang lanjut usia.
10	Bau	Dapat bersumber dari proses natural maupun antropogenik	Tidak spesifik
11	pH	Menunjukkan kekuatan asam-basa air tanah	Tidak spesifikasi
12	DO	Kandungan oksigen pada air. Semakin tinggi oksigen mengindikasikan kualitas air tanah yang semakin baik	-
13	Turbidity	semua elemen baik dan buruk dalam air termasuk zat organik dan anorganik yang tersuspensi dalam air.	Tidak spesifik
14	Salinitas	Kandungan garam pada air. Indikasi intrusi air laut	berhubungan dengan penyakit kardiovaskular (CVD), diare, dan sakit perut
15	Oxidation Reduction Potential (ORP)	menunjukkan potensi suatu zat untuk yang terkandung dalam air untuk mengoksidasi atau mereduksi zat lain.	Tidak spesifik

Pengumpulan Data Sekunder

Tabel 11 menunjukkan data sekunder yang dikumpulkan pada pemantauan ini.

Tabel 11. Data Sekunder untuk Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Tanah di Provinsi DKI Jakarta

No	Data	Sumber
1	Tata guna lahan DKI Jakarta 2021	BPN, 2021
2	Penurunan muka tanah	Abidin, 2020

No	Data	Sumber
3	Risiko banjir	BNPB, 2020
4	Ketersediaan infrastruktur sanitasi	Dinas Kesehatan DKI, 2020
5	kondisi kesehatan kelurahan	Dinas Kesehatan DKI, 2020

Kuesioner Pengamatan Lapangan

Pada tahap pemantauan ini, dilakukan pengumpulan informasi terkait kondisi lingkungan, tata guna lahan, dan kondisi sumur pada seluruh titik pemantauan. Tabel 12 menunjukkan daftar pertanyaan yang tertera pada kuesioner Pemantauan Kualitas Air Tanah DKI Tahun 2023.

Tabel 12. Daftar Pertanyaan yang Tertera pada Kuesioner Pemantauan Kualitas Air Tanah DKI tahun 2023

No.	Daftar Informasi
1	Cuaca (Cerah/Berawan/Hujan)
2	Fisik air
2.i	Kondisi fisik (Jernih/Tidak jernih)
2.ii	Bau (Bau/Tidak bau)
2.iii	Lapisan Minyak (Ada/Tidak Ada)
3	Jenis sumur (Sumur Timba/Sumur Pompa)
4	Kedalaman sumur
6	Elevasi (m)
7	Tahun Pembuatan
7	Jarak sumur dengan tangki septik (m)
8	Jarak sumur dengan drainase (m)
9	Sumber air tanah (Langsung / <i>Pre-treatment</i> ditambah kaporit/tawas/filter/tandon)
10	Kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi interpretasi hasil pengujian
11	Penggunaan air tanah
11.i	Sumber air baku
11.ii	Mandi
11.iii	Mencuci
11.IV	Menyiram tanaman
11.V	Memasak
11.VI	Lain-lain
12	Kondisi tangki septik dan riwayat O&M
13	Kondisi tata guna lahan di sekitar lokasi sampling
13.i	Pemukiman teratur
13.ii	Pemukiman padat

No. Daftar Informasi

13.iii	Pemukiman kumuh
13.IV	Perkantoran
13.V	Instansi pendidikan
13.VI	Pasar
13.vil	Area industri/pergudangan
13.viil	Area instansi pemerintahan
13.IX	Lainnya
14	Apakah tangki septik terdekat berada pada elevasi lebih tinggi dari sumur ? (Ya/Tidak)
15	Adakah sumber polutan potensial dalam jarak 10m dari sumur? (Ya/Tidak)
16	Adakah genangan dalam jarak 10m dari sumur? (Ya/Tidak)
17	Adakah saluran drainase yang tersumbat/rusak dan menyebabkan genangan dalam jarak 10m dari sumur? (Ya/Tidak)
18	Adakah pagar/pelindung yang dapat melindungi sumur dari binatang besar? (Ya/Tidak)
18.i	Apakah lantai sumur diperkeras? (Ya/Tidak)
18.ii	Jika (Ya), apakah lapisan perkerasan retak? (Ya/Tidak)
19	Apakah bagian atas sumur longgar/rusak sehingga ada kemungkinan air permukaan masuk? (Ya/Tidak)

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada 267 titik pemantauan dengan lokasi sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran 1. Setiap sampel dikumpulkan pada wadah dan teknik pengawetan sesuai dengan parameter yang akan dianalisis sebagaimana diatur pada SNI 6989.58: 2008 (Tabel 13).

Tabel 13. Metode Pengambilan dan Preservasi Sampel Air Tanah

Parameter	Volume Sampel	Botol Sampel	Pengawet	Holding Time
Nitrit	100 mL	Plastik/G	Dingin	2 hari
Nitrat	100 mL	Plastik/G	Dingin	2 hari
F. Coli	100 ml	G (amber)	Dingin	Segera
T. Coli	100 ml	G (amber)	Dingin	Segera
Fe	100 mL	Plastik/G	Nitrat	7 bulan
Mn	100 mL	Plastik/G	Nitrat	8 bulan
Krom Heksavalen	250mL	Plastik/G	Dingin	28 hari
Warna	500mL	Plastik/G	Dingin	24 jam
Bau	500mL	G	Dingin	6 jam

Pengukuran Parameter *In Situ*

Pengukuran parameter *in situ* meliputi parameter suhu, pH, DO, turbiditas, salinitas, TDS, dan ORP dengan metode ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Metode Pengukuran Parameter *In situ* Kualitas Air

No	Parameter	Metode Pengukuran
1	pH	SNI 06.6989.11 : 2004
2	DO	SNI 06.6989.14 : 2004
3	Turbiditas	Nefelometri
4	Salinitas	Potensiometri
5	TDS	Potensiometri
6	ORP	Potensiometri
7	Daya hantar listrik	Potensiometri
8	Temperatur	Potensiometri

Uji Laboratorium Parameter *Ex Situ*

Uji laboratorium parameter *ex situ* dilakukan di Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah, Dinas Lingkungan Hidup, Provinsi DKI Jakarta. Tabel 15 menunjukkan metode yang digunakan untuk menguji parameter *ex situ* sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 untuk baku mutu kualitas air untuk keperluan higiene sanitasi. Beberapa parameter kualitas air yang tidak diuji berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 ialah Fluorida, Kesadahan, Mangan, Raksa, Kadmium, Seng, Sulfat, Timbal.

Tabel 15. Metode Pengujian Parameter *Ex situ* Kualitas Air

No	Parameter	Metode Pengujian
1	Warna	No.48/IKM (Spektrofotometri)
2	Bau	SNI 3554:2015 butir 3.2.1
3	Nitrat (sebagai N)	Std.Met. 419.D/14th/1979
4	Nitrit (NO ₂ -N)	SNI 06.6989.9 : 2004
5	Krom heksavalen (Cr-VI)	SNI 6989.71 : 2009
6	Besi (Fe)	SNI 6989.4:2009
7	Mangan (Mn)	SNI 6989.5:2009
8	Organik (KMnO ₄)	SNI 06.6989.22 : 2001
9	Surfaktan anionik (Senyawa Aktif Biru Metilen)	SNI 06.6989.51 : 2005
10	Total Koliform	No 40/IKM (Petrifilm)
11	E. Coli	No 40/IKM (Petrifilm)

Perhitungan Indeks Pencemaran

Perhitungan indeks pencemaran dengan metode perhitungan sesuai yang dijelaskan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Metode indeks pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Sebagai metode berbasis indeks metode IP dibangun berdasarkan dua indeks kualitas. Yang pertama adalah indeks rata-rata (IR) yang menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Yang kedua adalah indeks maksimum (IM) yang menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung IP adalah:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \quad (1)$$

Di mana IP_j adalah indeks pencemaran bagi peruntukan j , C_i adalah konsentrasi hasil uji parameter, L_{ij} adalah konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j , $(C_i/L_{ij})_M$ adalah nilai C_i/L_{ij} maksimum dan $(C_i/L_{ij})_R$ adalah nilai rata-rata C_i/L_{ij} . Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Status Pencemaran Berdasarkan Skor IP

Skor IP	Status
0 – 1,0	Baik
1,1 – 5,0	Cemar ringan
5,1 – 10,0	Cemar sedang
>10,0	Cemar berat

Analisis Spasial Kualitas Air Tanah DKI Jakarta

Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui (Wikipedia, 2008). Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Dalam melakukan interpolasi, sudah pasti dihasilkan. *Error* yang dihasilkan sebelum melakukan interpolasi bisa dikarenakan kesalahan menentukan metode sampling data, kesalahan dalam pengukuran dan

kesalahan dalam analisa di laboratorium. Pada pemantauan ini, akan dijelaskan penggunaan metode IDW dan *Kriging* untuk interpolasi. Metode IDW dapat dikelompokkan dalam estimasi *deterministic* di mana interpolasi dilakukan berdasarkan perhitungan matematik. Sedang metode *Kriging* dapat digolongkan ke dalam estimasi *stochastic* di mana perhitungan secara statistik dilakukan untuk menghasilkan interpolasi.

Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak di ukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut. Pada metode IDW, diasumsikan bahwa tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah secara linier, sebagai fungsi seper jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir. Bobot ini tidak dipengaruhi oleh posisi atau letak dari data penaksir dengan data penaksir yang lain.

Persamaan untuk prediksi nilai pada titik I ditunjukkan pada persamaan 2.

$$Z_i = \sum_{n=1}^n w_n Z_n \quad (2)$$

Dimana:

w = Bobot

Z = konsentrasi pencemar

Sedangkan nilai bobot w ditentukan melalui persamaan berikut:

$$w_n = \frac{1}{\sum_{n=1}^n \frac{1}{d^p}} \quad (3)$$

Dimana d adalah jarak antara titik i dan titik n dan P adalah nilai parameter power : 1, 2, 3, 4 dan 5.

Metode Kriging adalah metode geostatistik yang digunakan untuk mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linier dari nilai contoh yang terdapat di sekitar titik yang akan diestimasi. Bobot kriging diperoleh dari hasil variansi estimasi minimum dengan memperluas penggunaan semi-variogram, yaitu memperhitungkan lokasi dari titik-titik yang digunakan sebagai prediktor. Estimator



kriging dapat diartikan sebagai variabel tidak bias dan penjumlahan dari keseluruhan bobot adalah satu. Bobot inilah yang dipakai untuk mengestimasi nilai dari Z

Variogram merupakan alat dalam geostatistik yang berguna untuk menunjukkan korelasi spatial antara data yang diukur. Parameter ini berfungsi sebagai penanda lokasi titik predictor. Komponen variogram: Nugget >> intercept, Sill >> titik dimana jarak sudah tidak dependen terhadap nilai variogram dan Range >> nilai variogram Ketika $x = \text{sill}$.

Persamaan untuk prediksi nilai pada titik I ditunjukkan pada persamaan 4.

$$Z_i = \sum_{n=1}^n w_n Z_n \quad (4)$$

Dimana:

w = Bobot

Z = konsentrasi pencemar

Sedangkan nilai bobot w ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^n w_n \gamma(x_n - x_{n*}) + \mu &= \gamma(x_i - x_n) \\ \sum_{n=1}^n w_n &= 1 \end{aligned} \quad (5)$$

BAB 4 KARAKTERISTIK TITIK PEMANTAUAN AIR TANAH DKI JAKARTA

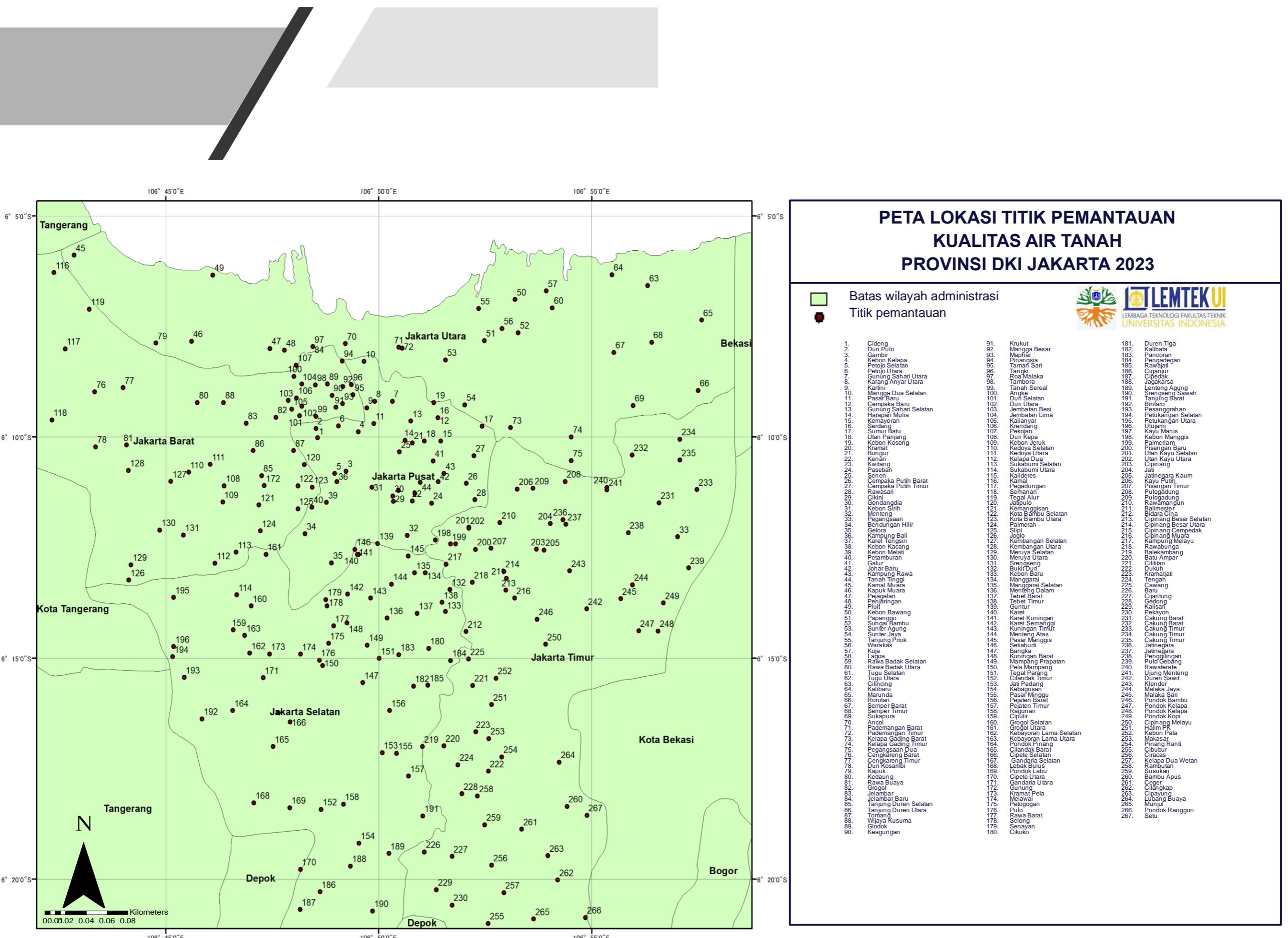
Peta Titik Pemantauan

Pengambilan sampel dilakukan di 267 titik yang mewakili setiap kelurahan di DKI Jakarta, Gambar 5 menunjukkan persebaran titik pemantauan tersebut. Mayoritas titik pemantauan berlokasi di sumber air sumur kantor kelurahan pada masing-masing wilayah kelurahan. Dalam kasus di mana suatu kelurahan sudah menggunakan air dari PDAM, maka titik pemantauan dilakukan di sumber air sumur terdekat.

Tabel 17 menggambarkan distribusi 267 titik pemantauan di antara wilayah-wilayah administrasi DKI Jakarta. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa wilayah administrasi Jakarta Timur memiliki jumlah titik pemantauan terbanyak dengan 71 titik, diikuti dengan wilayah administrasi Jakarta Selatan sebanyak 65 titik dan Jakarta Barat sebanyak 56 titik. Jumlah titik pemantauan paling sedikit berada di wilayah administrasi Jakarta Utara sebanyak 31 titik, sementara wilayah administrasi Jakarta Pusat memiliki 44 titik pemantauan.

Tabel 17. Distribusi titik pemantauan di setiap wilayah administrasi

No.	Wilayah Administrasi	Jumlah Titik
1.	Jakarta Barat	56
2.	Jakarta Utara	31
3.	Jakarta Timur	71
4.	Jakarta Selatan	65
5.	Jakarta Pusat	44



Gambar 4. Distribusi Titik Pemantauan di DKI Jakarta

Terdapat perubahan titik pemantauan dari periode 1 ke periode 2 yang akibatkan oleh telah beralihnya penggunaan sumber air, dari air sumur ke air PAM yang dijelaskan pada Tabel 18.

Tabel 18. Tabel perubahan titik lokasi sampling

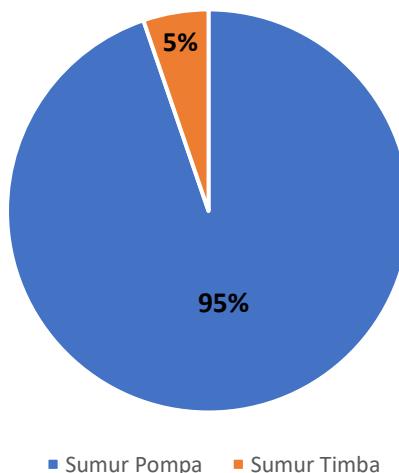
Kode Lokasi	Kelurahan	Lokasi sampling periode 1	Lokasi sampling periode 2	Alasan
2	Duri Pulo	Indekos Jl. Petojo Barat -6.164503 , 106.808715	Musholla Al-Iman Jl. Petojo Barat VI No.6 S: 06°9'54" ; E: 106°48'34,2"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
18	Utan Panjang	Rumah Ibu Sri S: 06°10'4,96" ; E:106°51'3,93"	Masjid At-Taqwah Jl. Cempaka Putih Utara S: 06°10'6,06" ; E: 106°51'20,95"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
25	Senen	Musholla At-Taubah S: 06°10'19,86" E: 106°50'28,9"	Rumah Ibu Iyut Jl. Pasar Senen Dalam IV Gg. Buaya S: 06°10'19,86" ; E: 106°50'28,9"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
47	Pejagalan	Taman Kedai Mahalo Jl. Pluit Mas Utara No.4 RT23/RW08 S: 06°07'59,52" ; E: 106°47'26,46"	RPTRA Dhara Suci Jl. Pluit Mas Utara No. 4 RT23/RW08 S: 06°06'20" ; E: 106°46'04,99"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
52	Sungai Bambu	Sumur warga di dekat rumah Ibu Suwati Jl. Jati II RT01/RW05 S: 06°07'08,05" ; E: 106°52'57,25"	Rumah PAK Suprapto Jl. Jati II No. 63, RT01 RW05 S: 06°07'38.85" ; E: 106°53'15.42"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
58	Lagoa	Rumah Ibu Akoh Jl. Mangga No.07 RT.016/RW.008 Kel. Lagoa S: 06°07'00,39" ; E:106°54'30,7"	Rumah Ibu Dessy Jl. Mundu Blok A Gang IV RT4/RW 8 S: 06°07'3.38" ; E: 106°54'30.76"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
60	Rawa Badak Utara	Rumah Bapak Haji Tarno Gg.BIII No.27 RT06/RW05 S: 06°07'4,3" ; E:106°54'4,2"	Sumur Alm. Pak Lamijo Jl. Cibanteng II No.26 RT06/RW07 S: 06°06'54.48" ; E: 106°53'55,81"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
64	Kalibaru	Rumah Pak Abdullah JI Manunggal 7 No.21 RT04/RW04 -6.067666667 , 106.9245	Rumah Pak Rahmat Jl. Kalibaru Timur VI No.17 S: 06°05'57.99" ; E: 106°56'1.69"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
69	Sukapura	Rumah Bapak Suparman (Pegawai Kelurahan) Jl. Tipar Cakung RT03/RW03	Mushola Qurrotul A'ien Jl. Tipar Cakung Gg. Salon No.03, RT.9/RW.3 S: 06°09'20,88" ;	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM

Kode Lokasi	Kelurahan	Lokasi sampling periode 1	Lokasi sampling periode 2	Alasan
		S: 06°09'17" ; E:106°55'58"	E: 106°55'56,28"	
115	Kalideres	Kantor Lurah Kalideres S: 06°08'35,20" ; E: 106°41'27,38"	Rumah Ibu Siti Jl. Rawa Lele No. 104 S: 06°8'37.61" ; E: 106°41'31,25"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
218	Rawabunga	Kantor RW007 Kelurahan Rawabunga Jl. Jatinegara Timur III -6.221406 , 106.869936	RPTRA Citra Permata Jl. Jatinegara Timur III S: 06°13'17,06" ; E: 106°52'11,78"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM
222	Dukuh	SMPN 24 Jakarta Timur Jl. Dukuh V No.24 S: 06°17'33,34" ; E: 106°52'34,23"	Rumah Warga (Toko Ikan Segar Pak Aman) Jl. Dukuh V No. 31 S: 06°17'32,09" ; E: 106°52'37,13"	Lokasi periode 1 sudah menggunakan air PAM

Karakteristik Sumur Titik Pemantauan

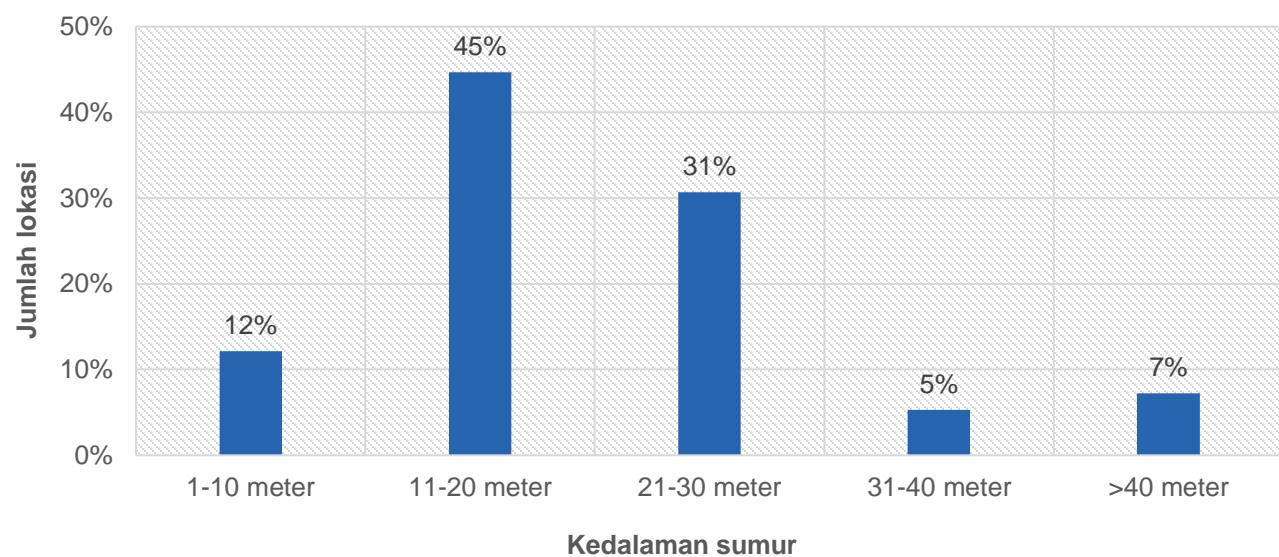
Karakteristik sumur titik pemantauan yang diamati selama survei lapangan adalah jenis, kedalaman, aktivitas penggunaan, umur, dan kelayakan kondisi fisik sumur yang meliputi perkerasan lantai dan kelonggaran bagian atas sumur. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, terdapat dua jenis sumur yang digunakan oleh masyarakat pada titik pemantauan (Gambar 5). Sumur pompa mendominasi jenis sumur yang digunakan, di mana teramat 253 titik pemantauan (95%) ketika survei lapangan. Sebaliknya, jumlah sumur timba/gali yang teramat relatif rendah, sebanyak 14 titik (5%)

Distribusi jenis sumur



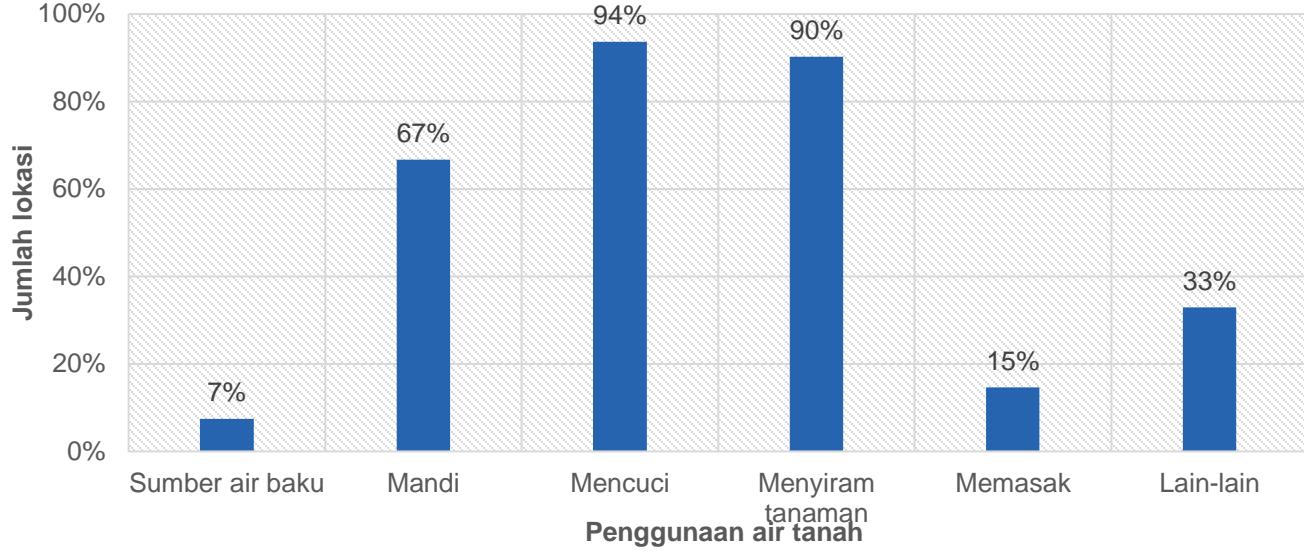
Gambar 5. Distribusi Jenis Sumur yang Digunakan pada Titik Pemantauan

Informasi kedalaman sumur terkumpul berdasarkan testimoni penanggung jawab fasilitas untuk titik pemantauan kantor kelurahan atau pemilik sumur untuk titik pemantauan rumah tangga. Berdasarkan kedalamannya, sumur dengan kedalaman 11-20 meter paling banyak diamati pada titik pemantauan sebanyak 118 titik (44%) sedangkan hanya 32 titik (12%) yang diamati memiliki kedalaman sumur kurang dari 10 meter. Kebanyakan dari sumur yang memiliki *range* kedalaman ini merupakan jenis sumur timba. Sumur dengan kedalaman 21–30 meter merupakan sumur kedua terbanyak dengan jumlah 81 titik (30%), disusul sumur dengan kedalaman diatas 40 meter sebanyak 19 titik (7%), lalu 31–40 meter sebanyak 14 titik (5%). Gambar 6 menunjukkan histogram sebaran kedalaman sumur titik pemantauan.



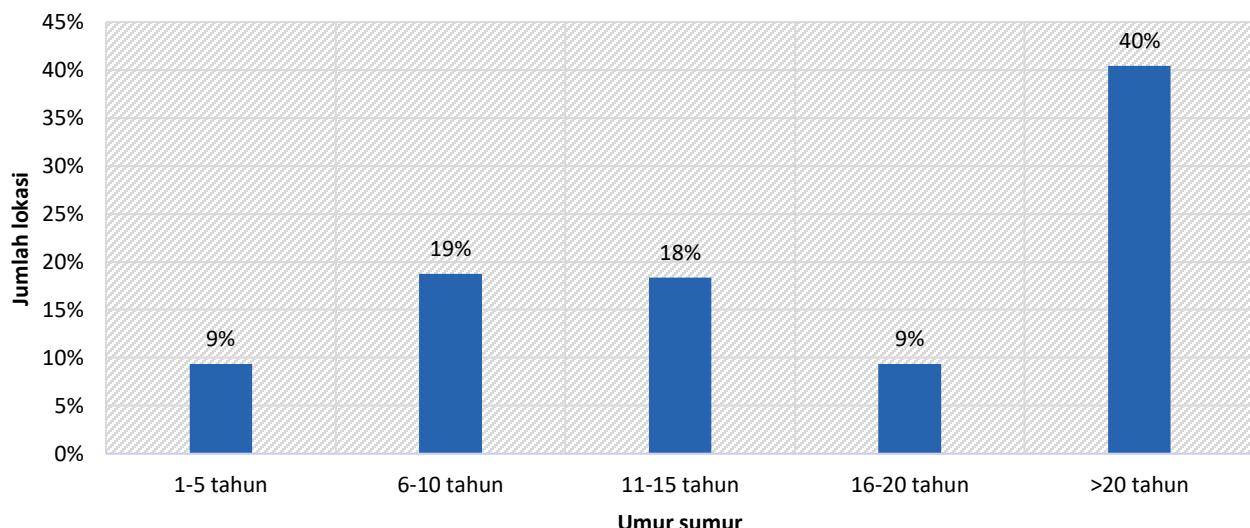
Gambar 6. Sebaran Kedalaman Sumur Titik Pemantauan

Informasi terkait penggunaan air tanah dikumpulkan berdasarkan testimoni penanggung jawab fasilitas untuk titik pemantauan kantor kelurahan atau pemilik sumur untuk titik pemantauan rumah tangga. Jenis kegiatan menggunakan air tanah ditunjukkan pada Gambar 7. Responden dapat memilih lebih dari satu jenis aktivitas penggunaan air tanah. Berdasarkan pengamatan lapangan, hanya 20 sumur titik pemantauan yang airnya digunakan sebagai air baku air minum dengan proses pendidihan sebelum dikonsumsi. Aktivitas penggunaan air tanah yang paling sering diamati adalah untuk mencuci (250 titik) dan mandi (178 titik).



Gambar 7. Distribusi Jenis Aktivitas Penggunaan Air Tanah pada Titik Pemantauan

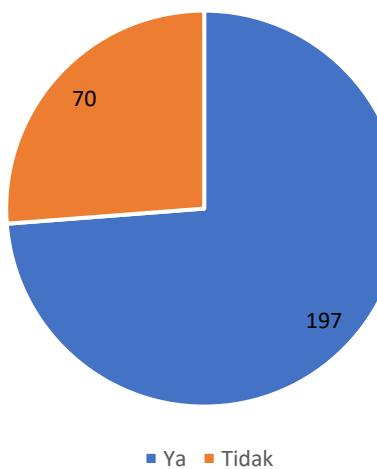
Informasi terkait umur sumur dikumpulkan berdasarkan testimoni penanggung jawab fasilitas untuk titik pemantauan kantor kelurahan atau pemilik sumur untuk titik pemantauan rumah tangga. Distribusi umur sumur dengan lima kelompok umur: <5, 6-10, 11-15, 16-20 dan lebih dari 20 tahun ditunjukkan pada Gambar 8. Umur sumur paling sering diamati selama survei lapangan adalah kelompok lebih dari 20 tahun, yaitu sebanyak 108 titik (40%). Sumur yang baru dibangun (kurang dari 5 tahun) teramat paling sedikit dengan jumlah 25 titik (9%).



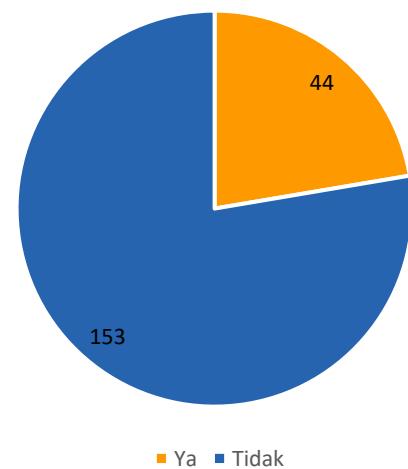
Gambar 8. Histogram Distribusi Umur Sumur Titik Pemantauan

Berdasarkan pengamatan kondisi fisik sumur, sebagian besar sumur titik pemantauan sudah diperkeras dengan jumlah mencapai 197 titik (73.8%) mengindikasikan risiko pencemaran dapat dibatasi. Ditambah lagi, dinding dari 197 titik sumur pengamatan telah diperkeras dan tidak diamati adanya keretakan (77.6%). Hampir 68.5% titik sumur pengamatan memiliki kondisi penutup yang baik sehingga mencegah pencemaran dari luar atau masuknya air hujan atau limpasan. Berdasarkan kondisi ini, proses pencemaran yang bersumber langsung memiliki probabilitas yang relatif rendah.

Apakah lantai sumur diperkeras?



Apakah lapisan perkerasan sumur retak?

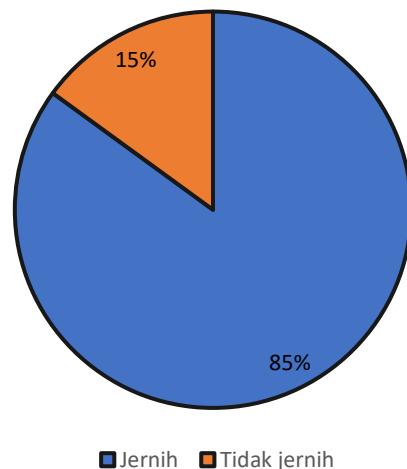


Gambar 9. Persentase Kelayakan Kondisi Fisik Sumur pada 267 Titik Pemantauan

Karakteristik Air Sumur Titik Pemantauan

Karakteristik air sumur yang diamati selama survei lapangan adalah kejernihan, bau dan ada tidaknya lapisan minyak pada permukaan air. Data karakteristik dikumpulkan berdasarkan pengamatan langsung oleh *surveyor*. Gambar 10 menunjukkan persentase air jernih dan tidak jernih berdasarkan pengamatan pada 267 sumur titik. Sebanyak 40 titik sumur diamati memiliki air yang tidak jernih (15%) sedangkan sebagian besar titik sumur diamati memiliki air yang jernih (227-85%). Sebagian besar air sumur yang tidak jernih diamati dari titik dengan jenis sumur timba (< 10 meter). Sumur yang tidak jernih ini merupakan salah satu indikasi adanya penurunan kualitas akibat keberadaan pencemar tersuspensi.

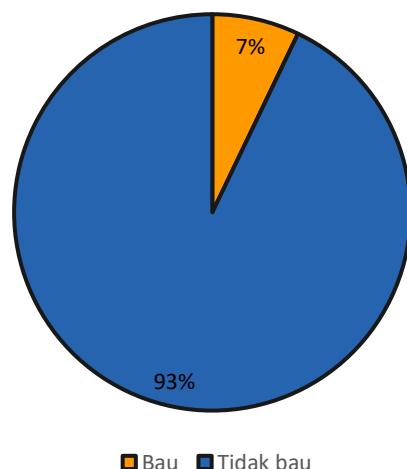
Air jernih dan tidak jernih



Gambar 10. Persentase Air Jernih dan Tidak Jernih Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan

Gambar 11 menunjukkan persentase air bau dan tidak bau berdasarkan pengamatan pada 267 sumur titik pemantauan. Sebanyak 19 titik sumur diamati memiliki air yang bau (7%) sedangkan mayoritas titik sumur diamati memiliki air yang tidak berbau sebanyak 248 titik (93%). Sumur yang berbau ini merupakan salah satu indikasi adanya pencemar organik dan amonia.

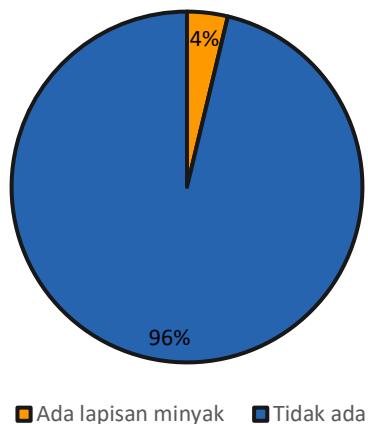
Air bau dan tidak bau



Gambar 11. Persentase Air Bau dan Tidak Bau Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan

Gambar 12 menunjukkan persentase air yang diamati dengan lapisan minyak dan tidak ada lapisan minyak berdasarkan pengamatan pada 267 sumur titik pemantauan. Jumlah titik sumur yang diamati dengan lapisan minyak relatif sangat sedikit yaitu 10 titik (4%), sedangkan sebagian besar titik sumur diamati tidak memiliki lapisan minyak sebanyak 257 titik (96%). Keberadaan lapisan minyak mengindikasikan adanya pencemaran yang mungkin diakibatkan masuknya air limbah domestik.

Air dengan lapisan minyak dan tanpa lapisan minyak

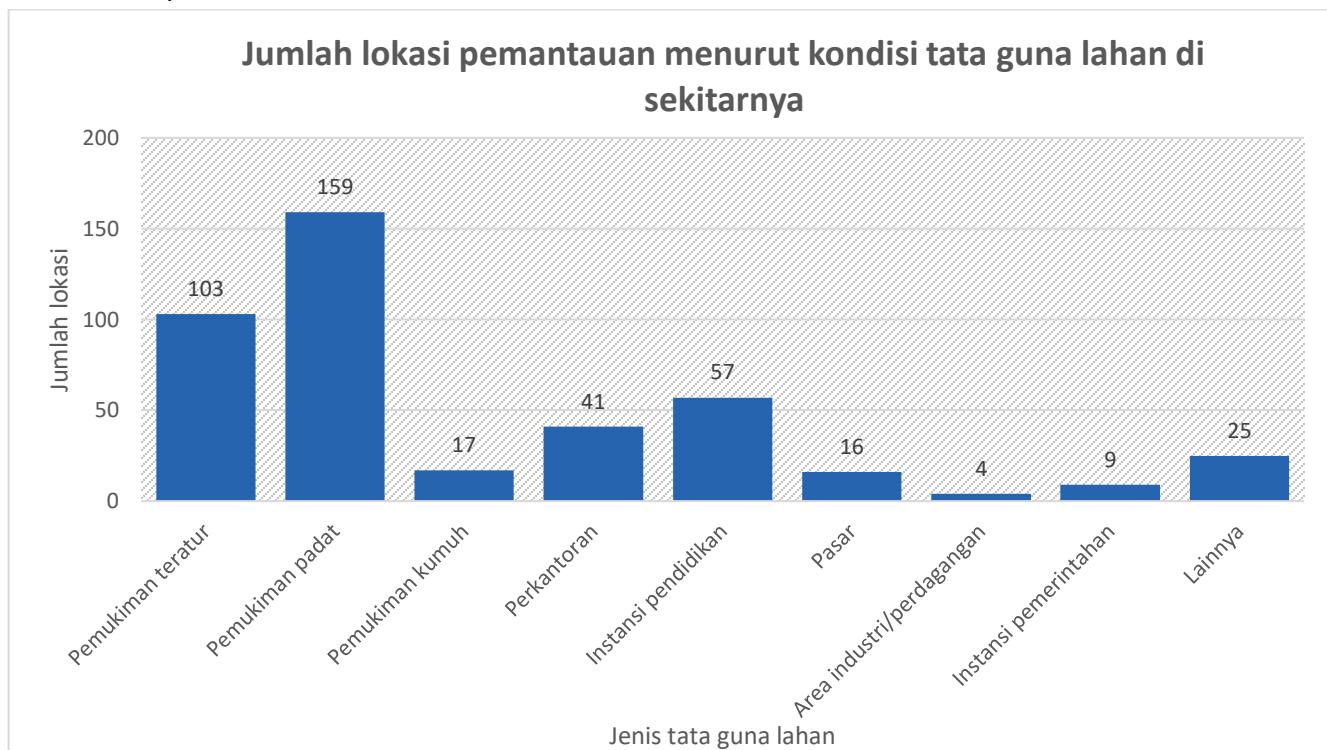


Gambar 12. Persentase Air Yang Teramati Lapisan Minyak dan Tidak Ada Lapisan Minyak Berdasarkan Pengamatan pada 267 Sumur Titik Pemantauan

Karakteristik Lingkungan di Sekitar Sumur Titik Pemantauan

Informasi terkait karakteristik lingkungan di sekitar sumur titik pemantauan dikumpulkan berdasarkan pengamatan langsung oleh *surveyor*. Distribusi jenis tata guna lahan di sekitar sumur titik pemantauan ditunjukkan pada Gambar 13. *Surveyor* dapat memilih lebih dari satu jenis tata guna lahan. Tata guna lahan pemukiman teratur dapat diidentifikasi sebagai wilayah pemukiman yang tidak padat penduduk, dengan mayoritas kawasan perumahan dan penduduk menengah ke atas. Pemukiman padat kemudian merupakan kawasan pemukiman dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan bangunan-bangunan yang berimpitan secara dekat. Pemukiman kumuh, sementara itu, dapat diidentifikasi sebagai kawasan pemukiman yang sangat padat penduduk dan cenderung tidak layak huni, dengan mayoritas bangunan bersifat semi permanen. Berdasarkan pengamatan *surveyor*, terdapat 103 titik pemukiman teratur, 159 titik pemukiman padat, dan 17 titik pemukiman kumuh. Air sumur pada titik pemantauan di sekitar

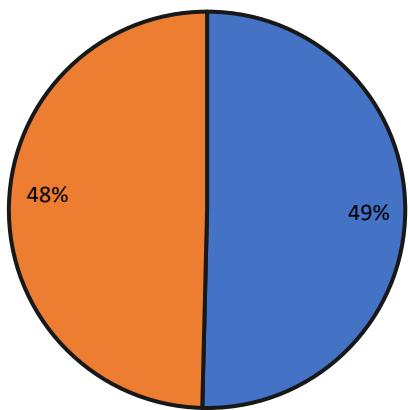
tata guna lahan perkantoran dan instansi pemerintah juga diamati dengan jumlah berturut-turut 41 dan 9 titik. Sebanyak 16 titik diamati berada pada jenis tata guna lahan pasar, 57 titik sumur berada di sekitar instansi pendidikan. Sedangkan terdapat 25 titik lainnya berada di sekitar fasilitas Kesehatan, hotel, ruko, pertokoan, TPS, SPBU, stasiun kereta dan TPU.



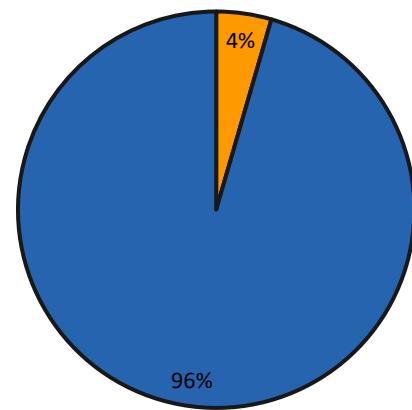
Gambar 13. Distribusi Jenis Tata Guna Lahan di Sekitar Sumur Titik Pemantauan

Beberapa kondisi di sekitar sumur juga diamati untuk dikaji lebih lanjut apakah kondisi tersebut berpotensi menjadi sumber pencemar air sumur. Sebanyak 48% sumur, berjarak kurang dari 10 m dari tangki septik dan 4% sumur berada di bawah elevasi tangki septik (Gambar 14). Tangki septik, terutama yang tidak dibangun dengan desain yang sesuai dengan SNI, merupakan sumber utama pencemaran air tanah. Kandungan limbah domestik yang memiliki konsentrasi bahan organik, nutrien dan patogen yang tinggi meningkatkan risiko kesehatan bagi manusia yang mengonsumsi air tercemar tersebut. Hal ini diperparah apabila elevasi tangki septik lebih tinggi dibandingkan posisi sumur yang mengimplikasikan air rembesan tangki septik berpotensi mengalir ke arah sumur. Selain itu, cukup banyaknya jumlah sumur yang berjarak kurang dari 10 m dengan tangki septik bisa menjadi implikasi dari tingginya jumlah titik pemantauan yang berada pada pemukiman padat di mana ruang untuk memisahkan jarak sumur dan tangki septik sebesar minimal 10 m sangat terbatas.

Jarak tanki septik terhadap sumur



Elevasi tanki septik terhadap sumur



Gambar 14. Distribusi Jarak dan Posisi Sumur Terhadap Tangki Septik

BAB 5 ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DKI JAKARTA

Analisis dan Evaluasi Kualitas Air Tanah

Berdasarkan uji laboratorium dan pengukuran *in situ* pada 267 sampel air tanah yang dikumpulkan pada periode 1 (Maret) dan periode 2 (Agustus) 2023, diperoleh data kualitas air tanah berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologi diantaranya warna, bau, Nitrat (sebagai N), Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), Krom heksavalen (Cr-VI), Besi (Fe), Mangan (Mn), Organik (KMnO_4), Surfaktan anionik, Total Koliform, E. Coli, pH, DO, Turbiditas, Salinitas dan TDS. Tabel 56 menunjukkan ringkasan data kualitas air tanah DKI Jakarta pada periode 1 dan 2 2023, sedangkan data kualitas air setiap pemantauan disajikan pada Lampiran 2.

Secara umum, parameter Nitrit dan Krom Heksavalen memenuhi Baku Mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 untuk air keperluan higiene dan sanitasi. Namun demikian, perlu menjadi catatan terutama untuk Kadmium dan Krom, bahwa limit deteksi instrumen yang digunakan untuk menguji adalah 0.003 mg/L sedangkan *reference dose* (RfD) untuk Kadmium sebesar 0.0005 mg/kg dan Krom sebesar 0.0003 mg/kg (USEPA, 2021), yang mana mengindikasikan bahwa risiko kesehatan akibat terpapar kadmium dan krom melalui konsumsi air tanah tidak dapat dieliminasi sepenuhnya.

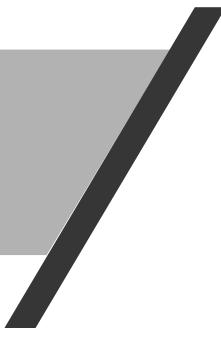
Hasil uji laboratorium periode 1 menunjukkan bahwa parameter mikrobiologis merupakan parameter dengan jumlah titik pemantauan paling banyak melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 (54% untuk total koliform dan 23% untuk E. coli). Kedua parameter tersebut, total koliform dan E. coli, memiliki rata-rata berturut-turut 182,846 CFU/100 ml dan 33,598 CFU/100 ml. Dengan median sebesar 100 CFU/100 ml dan 0 CFU/ml berturut-turut untuk total koliform dan E. coli, mengindikasikan bahwa terdapat beberapa titik pemantauan dengan konsentrasi parameter mikrobiologis yang sangat besar. Selain parameter mikrobiologis, parameter kimia seperti besi, mangan, pH dan DO juga memiliki jumlah sampel melebihi baku mutu yang relatif tinggi (20-45%). Parameter surfaktan merupakan indikator pencemaran detergen yang mana mengindikasikan adanya pencemaran *greywater*.

Tabel 19. Ringkasan Data Kualitas Air Tanah DKI Jakarta Pada Periode 1 dan 2 2023

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10	18.56	35.29	1	1.00	626	164.00	70	95
Nitrat	mg/L	20	4.12	5.48	0.27	0.40	34.8	5.20	2	9
Nitrit	mg/L	3	0.05	0.04	0	0.01	3	0.15	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0.08	0.00	0.0015	0.00	10.003	0.00	9	0
Besi	mg/L	0.2	0.48	0.39	0.015	0.03	51	1.89	55	70
Mangan	mg/L	0.1	0.87	0.45	0.015	0.03	117	10.17	121	119
Organik	mg/L			4.40		2.03		32.14		23
Surfaktan	mg/L	0.1		0.07		0.03		0.26		108
Total coliform	CFU/100mL	0.1	182846.58	10288.01	0	0.00	19000000	710000.00	144	146
E.Coli	CFU/100mL	0.1	33598.02	3977.53	0	0.00	2400000	230000.00	61	56
Temperatur	°C		28.36	28.46	25.7	18.02	33.75	35.3		
pH		6.5-8.5	7.03	7.12	4.64	5.07	8.51	9.18	47	40
DO	mg/L	>4**	4.68	5.14	1.45	2.05	8.7	10.45	180	221
TDS	mg/L	300	515.83	505.02	107.45	3.35	6550	6000	160	158
DHL	µS/cm		756.13	708.37	156.8	24.85	9050	9035		
Salinitas	%		0.04	0.05	0.01	0	0.51	0.66		
ORP	mV		3.25	4.37	-88	-114	154.5	111		
Turbiditas	NTU	25	3.1	4.58	0	0	165.1	103.15	5	11

* Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 untuk air keperluan higiene dan sanitasi

**Pengecualian untuk parameter DO menggunakan PP No. 22/2021 untuk air permukaan kelas II



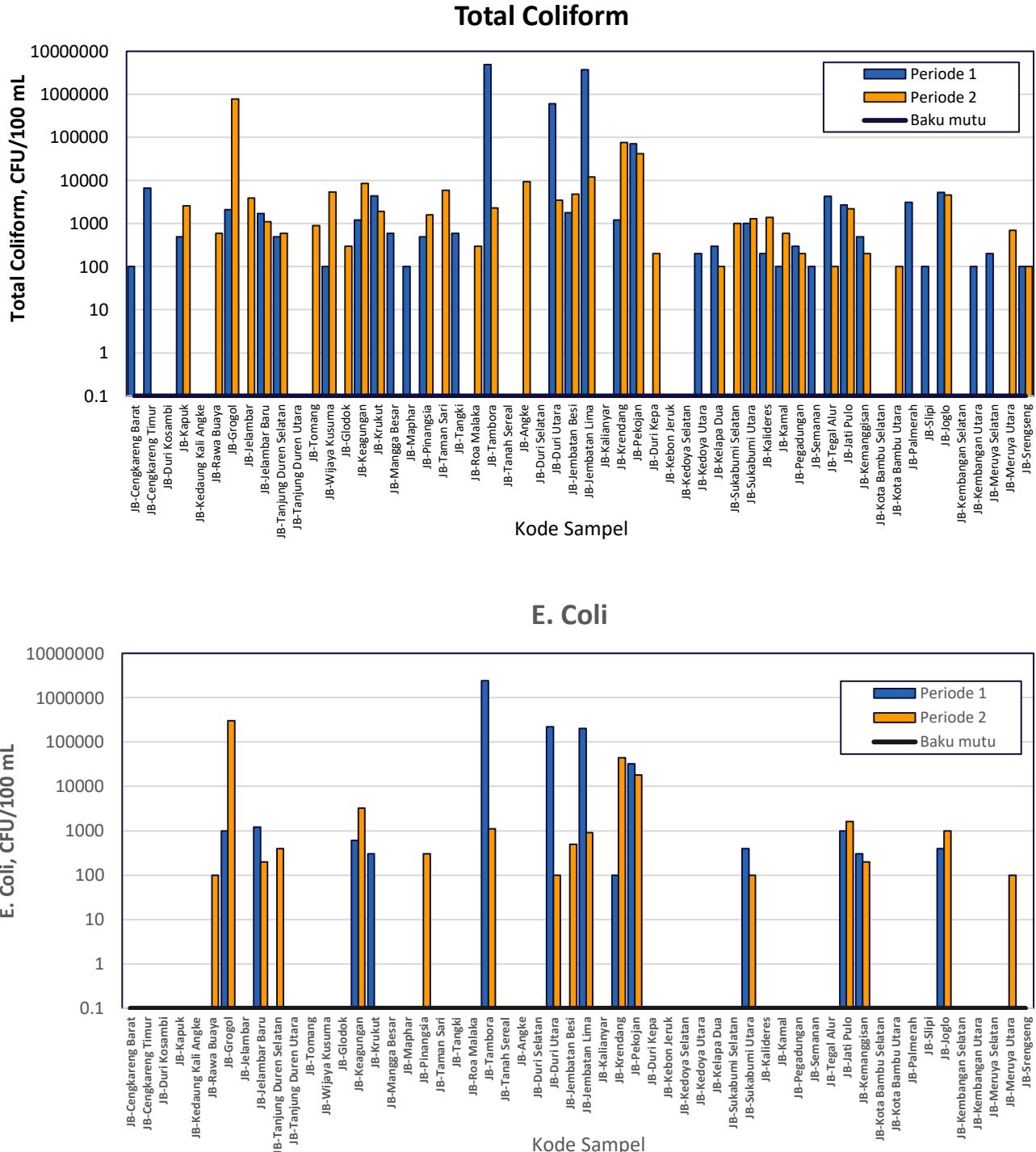
Hasil uji laboratorium periode 2 menunjukkan bahwa parameter mikrobiologis juga merupakan parameter dengan jumlah titik pemantauan paling banyak melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 (55% untuk total koliform dan 21% untuk E. coli). Kedua parameter tersebut, total koliform dan E. coli, memiliki rata-rata berturut-turut 10,288 CFU/100 ml dan 3,998 CFU/100 ml. Dengan median sebesar 100 CFU/100 ml dan 0 CFU/ml berturut-turut untuk total koliform dan E. coli, mengindikasikan bahwa terdapat beberapa titik pemantauan dengan konsentrasi parameter mikrobiologis yang sangat besar. Selain parameter mikrobiologis, parameter kimia seperti besi, mangan, dan Surfaktan Anionik juga memiliki jumlah sampel melebihi baku mutu yang relatif tinggi (26-45%). Parameter surfaktan merupakan indikator pencemaran detergen yang mana mengindikasikan adanya pencemaran *greywater*. Hal ini juga didukung dengan jumlah titik pemantauan yang melebih baku mutu parameter KMnO₄ sebesar 8.6%. Sebagai konsekuensi dari pencemaran *greywater*, parameter DO menjadi turun akibat digunakan untuk proses oksidasi senyawa organik dan nutrien di *greywater*. Akibatnya, terdapat 14.98% titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu DO. Selain itu, relatif banyaknya jumlah titik pemantauan yang melebihi baku mutu mangan dimungkinkan akibat sumber natural yaitu karakteristik geologi tanah di DKI Jakarta. Selanjutnya, pembahasan evaluasi kualitas air tanah secara detail akan berbasis pada masing-masing kota di DKI Jakarta.

Kualitas Air Tanah Jakarta Barat

Ringkasan kualitas air tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat (56 titik pemantauan) disajikan pada Tabel 20. Pada pemantauan periode 1, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Barat adalah parameter TDS sebanyak 82.14% tidak memenuhi, disusul oleh parameter mikrobiologis, di mana 63% titik tidak memenuhi baku mutu parameter total koliform dan 21% tidak memenuhi parameter E. Coli. Pada periode 2, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Barat adalah parameter TD sebesar 80.36% titik tidak memenuhi, disusul oleh parameter mikrobiologis, di mana 63% titik tidak memenuhi baku mutu parameter total koliform dan 30% tidak memenuhi parameter E. Coli. Selain itu, parameter Mangan juga perlu menjadi perhatian akibat 55% titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu.

Tabel 20. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10	21.05	30.21	1	1	210	454	15	20
Nitrat	mg/L	20	3.48	4.18	0.27	0.6	34.8	28.9	1	1
Nitrit	mg/L	3	0.09	0.05	0.01	0.01	2	0.61	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0	0	0	0.003	0	0.003	0	0
Besi	mg/L	0.2	0.27	0.45	0.02	0.03	3.57	4.39	11	17
Mangan	mg/L	0.1	0.5	0.74	0.02	0.03	8.04	9.27	11	31
Organik	mg/L			4.04		2.03		13.29		2
Surfaktan	mg/L	0.1		0.05		0.03		0.18		16
Total coliform	CFU/100mL	0.1	166476.79	17441.07	0	0	4900000	780000	35	35
E.Coli	CFU/100mL	0.1	51023.21	6639.39	0	0	2400000	300000	13	17
Temperatur	°C		28.86	28.43	26.1	18.02	32.5	31.15		
pH		6.5-8.5	7.23	7.52	6.18	5.48	8.51	18.03	4	4
DO	mg/L	>4**	4.82	4.84	2	2.55	8.3	7.35	15.00	8.00
TDS	mg/L	300	654.70	687.77	114.75	3.35	4935	4910	46	45
DHL	µS/cm		964.19	1037.54	172	250	7400	7375		
Salinitas	%		0.05	0.07	0.01	0.01	0.405	0.405		
ORP	mV		-5.39	0.83	-48.5	-49.5	61.5	98.5		
Turbiditas	NTU	25	3.24	5.56	0	0	52.5	53.7	1	3



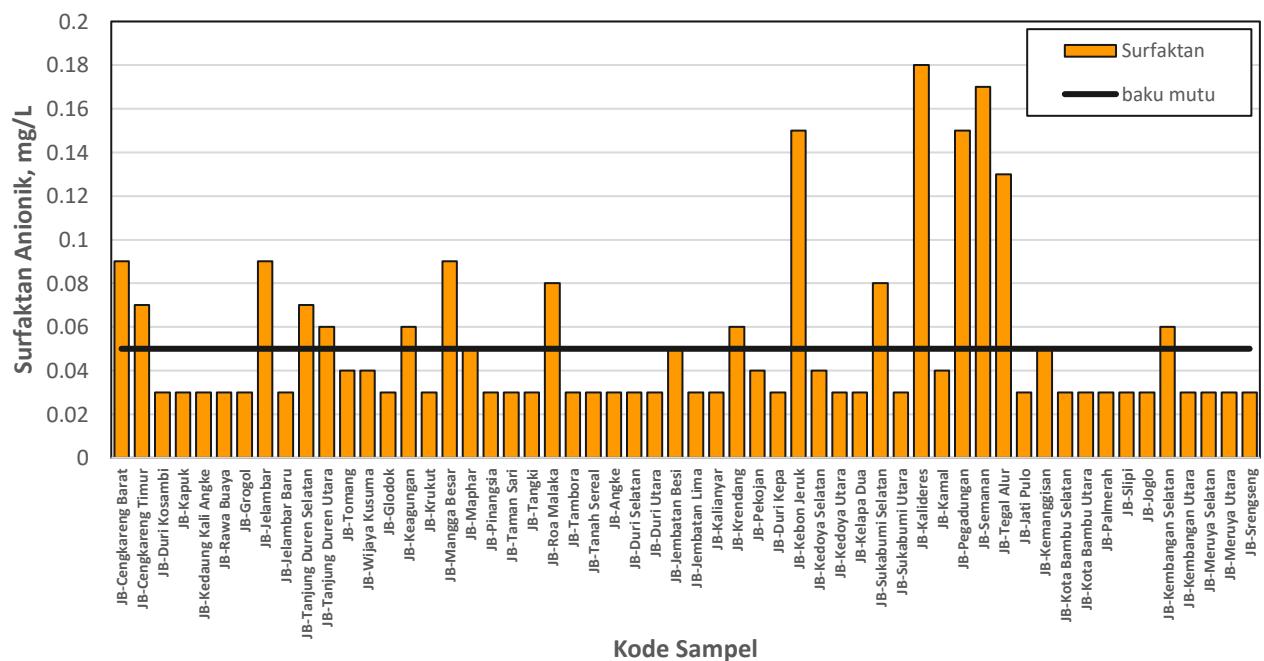
Gambar 15. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat

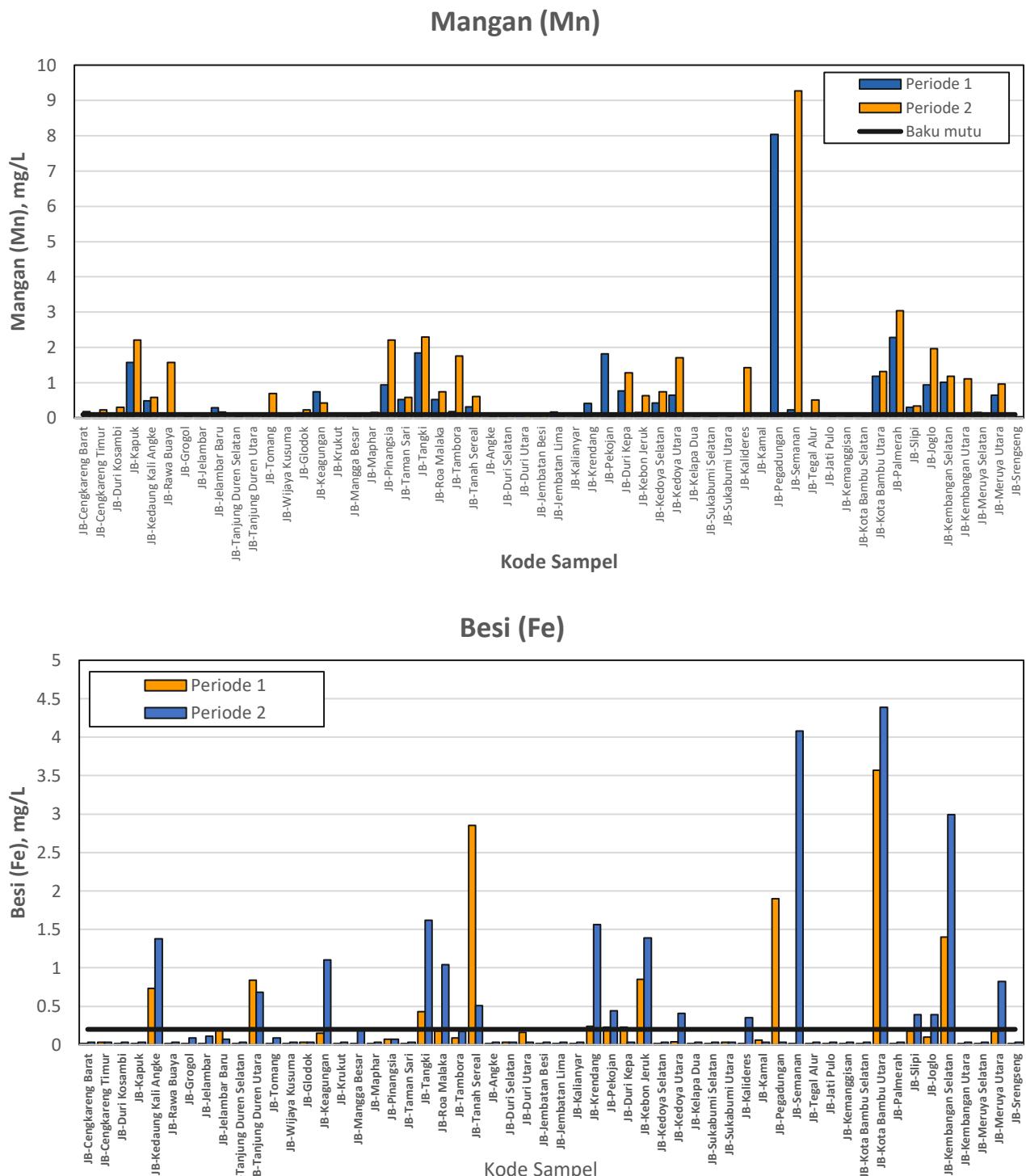
Periode 1 dan 2 2023

Gambar 15 menunjukkan hasil pemantauan parameter mikrobiologis pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Barat. Pada periode 1 (biru), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 56 titik pemantauan berturut-turut sebesar 166,476.79 dan 51023.21 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 100 dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Tambora (98) dengan konsentrasi total koliform dan E. coli, berturut-turut sebesar 4,900,000 dan 2,400,000 CFU/100 mL.

Pada periode 2 (jingga), Rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 56 titik pemantauan berturut-turut sebesar 17441.07 dan 6639.29 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 250 dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Grogol (82) untuk parameter total koliform dan E. coli dengan konsentrasi sebesar 780,000 CFU/100 mL dan 300,000 CFU/100 mL.

Surfaktan Anionik (Senyawa aktif biru metilen)

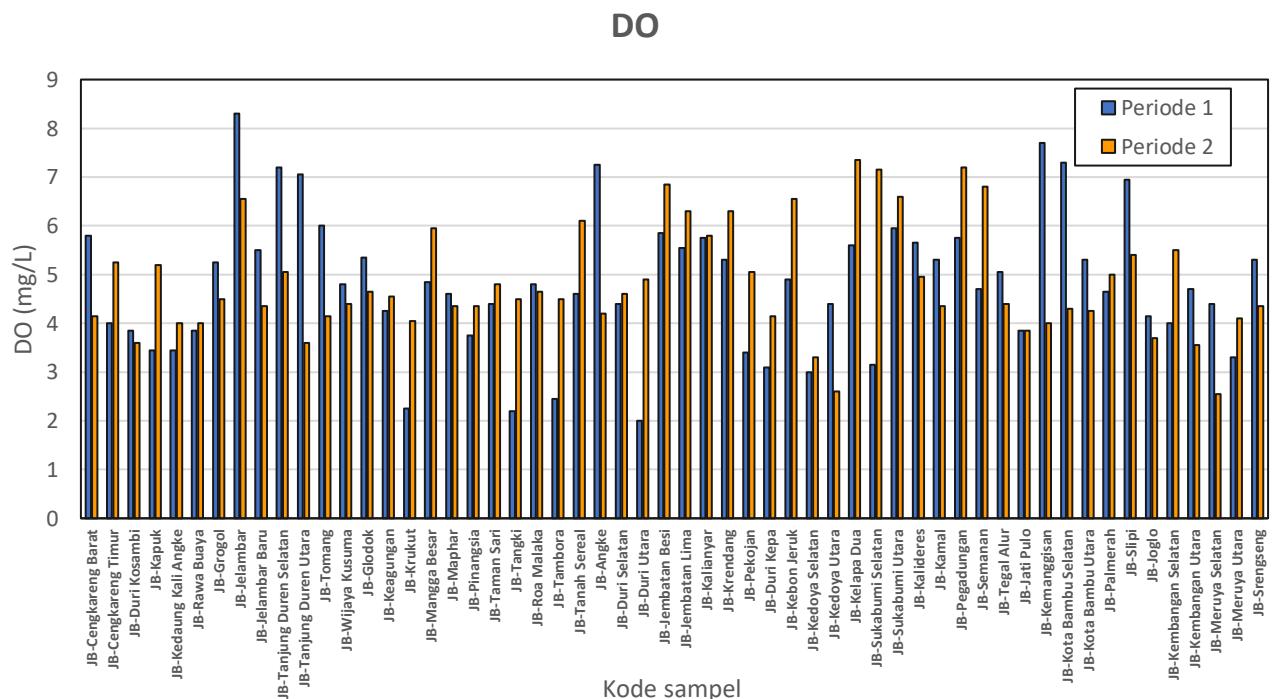




Gambar 16. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), Mangan (tengah) dan Besi (bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Barat Periode 1 dan 2 2023

Gambar 16 menunjukkan hasil pemantauan parameter surfaktan dan mangan pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Barat. Pada periode 1 (biru), rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.5 dan 0.13 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik pemantauan Pegadungan (117) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 8.04 mg/L.

Pada periode 2 (jingga), rata-rata dan median konsentrasi surfaktan diperoleh berturut-turut sebesar 0.06 dan 0.04 mg/L. Konsentrasi parameter surfaktan tertinggi berada pada titik pemantauan Kalideres (115) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 0.18 mg/L. Di sisi lain, rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.74 dan 0.21 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik pemantauan Semanan (118) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 9.27 mg/L.



Gambar 17. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta

Barat Periode 1 dan 2 2023



Gambar 17 menunjukkan hasil pemantauan parameter DO pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Barat. Pada periode 1 (biru), rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh berturut-turut sebesar 4.82 dan 4.75 mg/L. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Duri Utara (102) dengan konsentrasi sebesar 2 mg/L.

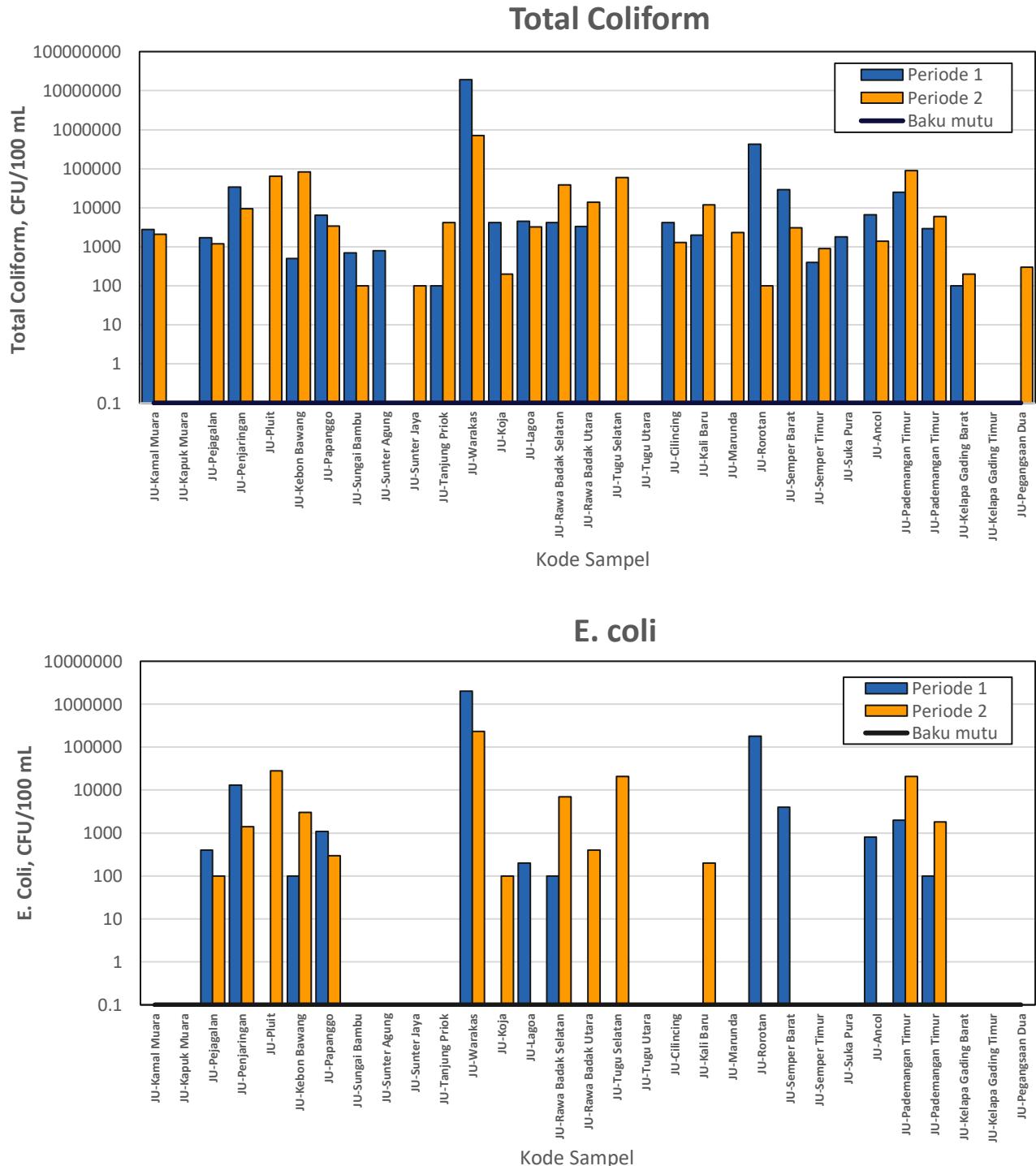
Pada periode 2 (jingga), rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh berturut-turut sebesar 4.82 dan 4.75 mg/L. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Meruya Selatan (129) dengan konsentrasi sebesar 2.55 mg/L. Masuknya pencemar ke dalam air akan mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut, tergantung dari karakteristik masukan pencemar tersebut. Apabila terdapat masukan yang berasal dari limbah domestik di mana kandungan organik, nutrien dan *fecal coli* yang tinggi dengan konsentrasi oksigen terlarut lebih rendah, maka air akan tercemar dengan adanya masukan tersebut. Tingkat oksigen yang rendah (hipoksia) atau tidak ada tingkat oksigen (anoksia) dapat terjadi ketika pencemar organik berlebih, diurai oleh mikroorganisme. Selama proses dekomposisi ini, DO di dalam air yang dikonsumsi.

Kualitas Air Tanah Jakarta Utara

Ringkasan kualitas air tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara (31 titik pemantauan) disajikan pada Tabel 21. Pada pemantauan periode 1, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Utara adalah parameter mikrobiologis, di mana 74% titik tidak memenuhi baku mutu parameter total koliform dan 39% tidak memenuhi parameter E. Coli. Pada wilayah ini, tercatat titik pemantauan dengan konsentrasi organik melebihi baku mutu dengan jumlah tinggi. Jumlah titik pemantauan dengan parameter DO dan TDS melebihi baku mutu juga tercatat sangat tinggi di mana berturut-turut 58% dan 87% titik tidak memenuhi baku mutu. Selain itu, parameter mangan juga perlu menjadi perhatian akibat 55% dari 31 titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu. Pada periode 2, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Utara adalah parameter mikrobiologis, di mana 84% titik tidak memenuhi baku mutu parameter total koliform dan 42% tidak memenuhi parameter E. Coli. Pada wilayah ini, juga tercatat berturut-turut 42% dan 68% dari titik pemantauan memiliki konsentrasi parameter organik dan mangan yang melebihi baku mutu. Jumlah titik pemantauan dengan parameter DO dan TDS melebihi baku mutu juga tercatat sangat tinggi di mana berturut-turut 45% dan 90% titik tidak memenuhi baku mutu.

Tabel 21. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10	22.52	35.29	1.00	1	73.00	164	23	25
Nitrat	mg/L	20	1.24	2.23	0.27	0.4	8.80	5.2	0	0
Nitrit	mg/L	3	0.04	0.05	0.005	0.01	0.20	0.15	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0.00	0.00	0.0015	0.003	0.02	0.003	1	0
Besi	mg/L	0.2	0.45	0.34	0.015	0.03	3.57	1.89	13	14
Mangan	mg/L	0.1	0.61	1.19	0.015	0.03	3.73	10.17	17	21
Organik	mg/L			12.21		2.03		32.14		13
Surfaktan	mg/L	0.1		0.06		0.03		0.26		7
Total coliform	CFU/100mL	0.1	630816.13	35754.84	0.00	0	19000000.00	710000	23	26
E.Coli	CFU/100mL	0.1	71025.81	10138.71	0.00	0	2000000.00	230000	12	13
Temperatur	°C		28.93	28.98	26.75	26.15	32.35	31.75		
pH		6.5-8.5	7.57	7.37	6.84	5.07	8.39	8.61	0	5
DO	mg/L	>4**	3.93	4.15	2.15	2.05	6.9	6.6	18.00	14.00
TDS	mg/L	300	928.15	818.05	124.15	172	3230	2480	27	28
DHL	µS/cm		1376.06	952.61	173.75	220	5025	1980.5		
Salinitas	%		0.08	0.11	0.01	0.02	0.26	0.66		
ORP	mV		-31.11	-15.15	-87.5	-78.5	17.5	42.5		
Turbiditas	NTU	25	4.68	7.57	0.01	0	32.59	48.85	1	3

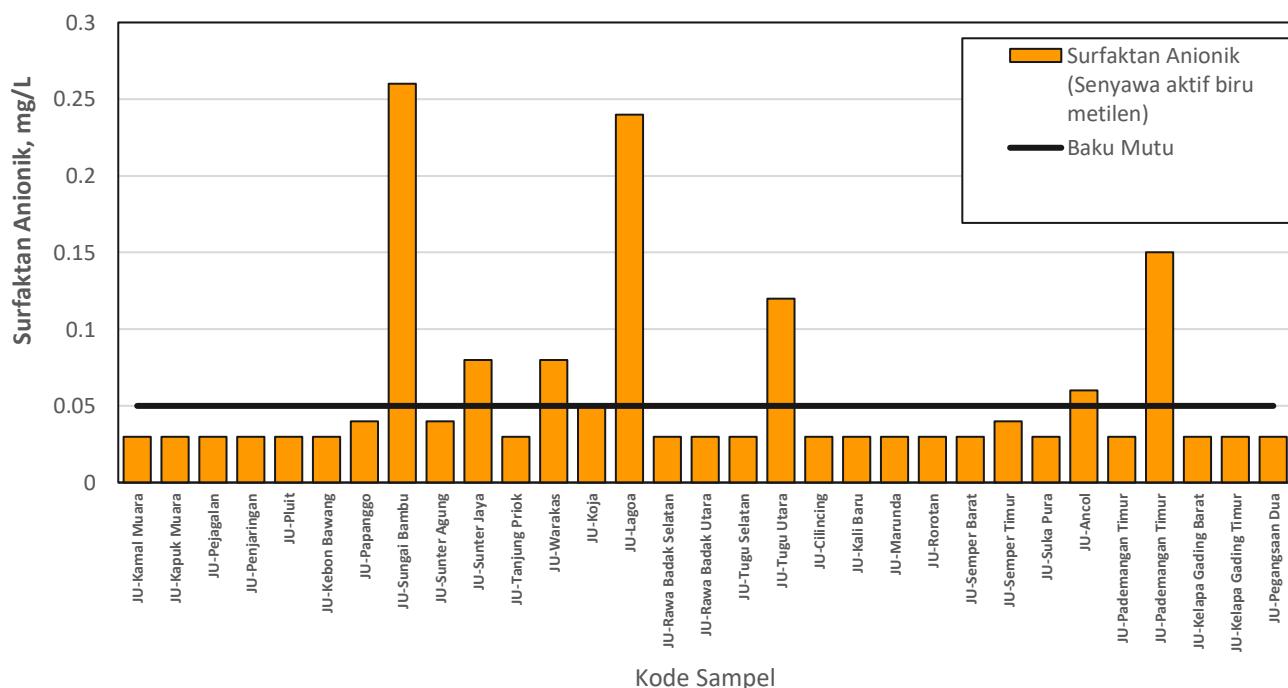


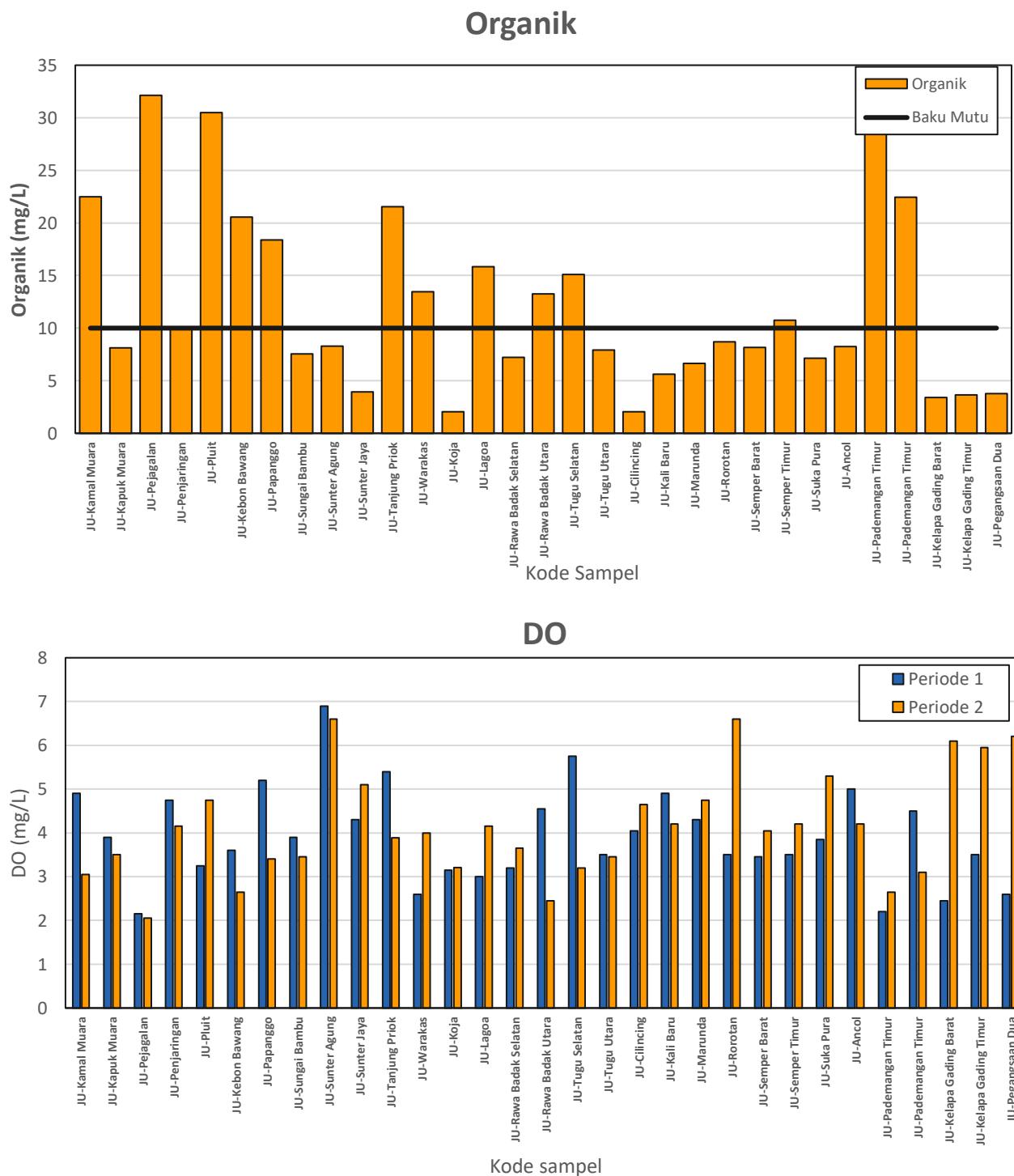
Gambar 18. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023

Gambar 18 menunjukkan hasil pemantauan parameter mikrobiologis pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Utara. Pada periode 1 (biru), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 27 titik pemantauan berturut-turut sebesar 630,816.13 dan 71,025.81 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 1800 dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Warakas (56) dengan konsentrasi total koliform dan E. coli, berturut-turut sebesar 710,000 CFU/100 mL dan 230,000 CFU/100 mL.

Pada periode 2 (jingga), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 31 titik pemantauan berturut-turut sebesar 35,754.84 dan 10,138.71 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 2100 dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Warakas (56) untuk parameter total koliform dengan konsentrasi sebesar 19,000,000 CFU/100 mL dan E. coli dengan konsentrasi sebesar 2,000,000 CFU/100 mL.

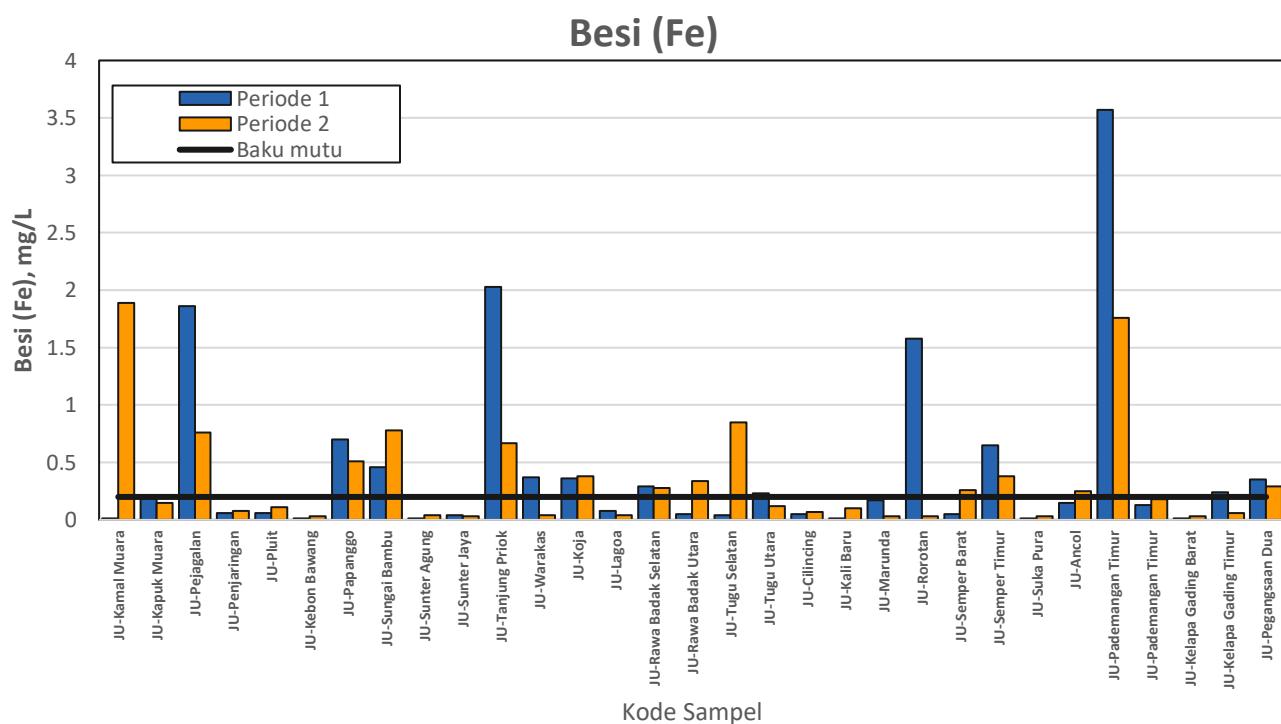
Surfaktan Anionik

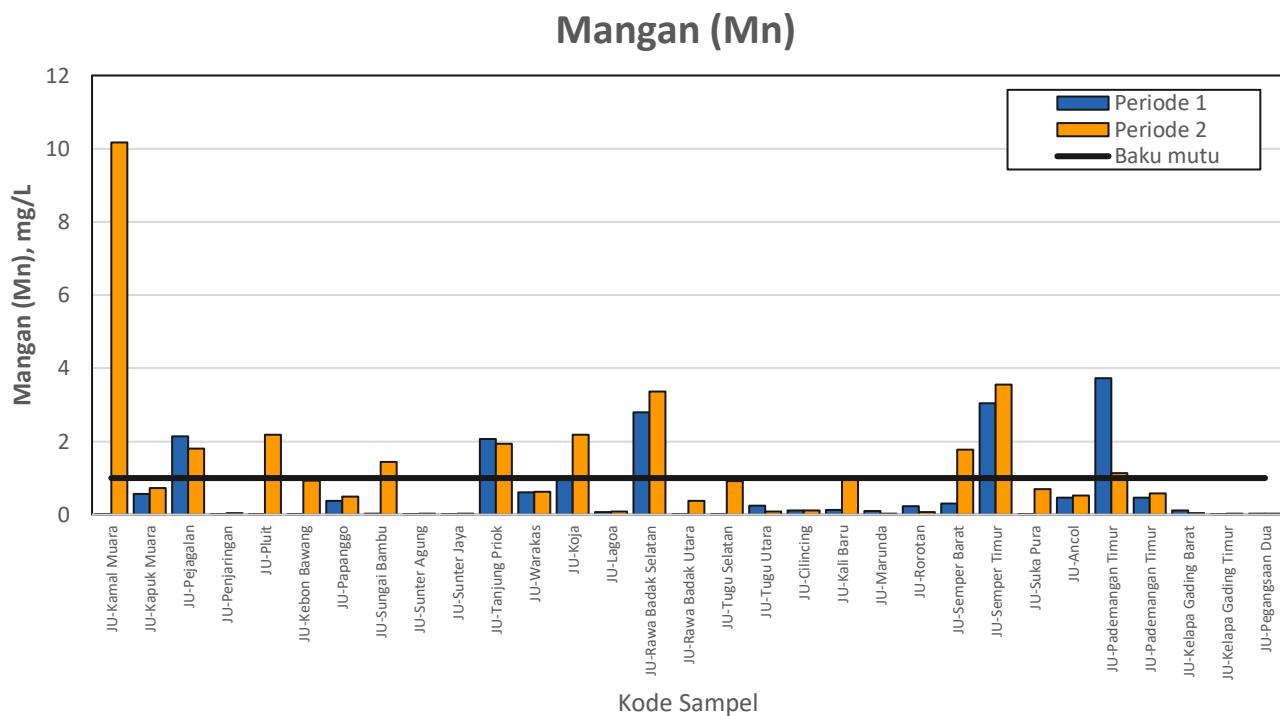




Gambar 19 Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), organik (tengah) dan DO (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023

Gambar 19 menunjukkan hasil pemantauan parameter KMnO₄ dan DO pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Utara. Pada periode 2 (jingga), rata-rata dan median konsentrasi KMnO₄ diperoleh berturut-turut sebesar 12.21 dan 8.27 mg/L. Konsentrasi parameter KMnO₄ tertinggi berada pada titik pemantauan Pejagalan (47) dengan konsentrasi KMnO₄ sebesar 32.14 mg/L. Tingginya konsentrasi angka KMnO₄ merupakan indikasi adanya pencemaran organik pada titik-titik pemantauan di Jakarta Utara. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, akses pada fasilitas sanitasi yang ideal pada wilayah ini masih kurang dari 80%, akibatnya air limbah domestik yang belum terkelola tersebut berisiko mencemari air tanah. Hal ini diperkuat dengan tingginya persentase titik yang tercemar parameter mikrobiologis di Jakarta utara (84% dan 42% untuk total koliform dan E. coli) dibandingkan dengan keseluruhan wilayah DKI Jakarta (55% untuk total koliform dan 21% untuk E. coli). Di sisi lain, rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh berturut-turut sebesar 4.15 dan 4.05 mg/L. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik Pejagalan (47) dengan konsentrasi DO sebesar 2.05 mg/L.





Gambar 20. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi TDS dan Mangan pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Utara Periode 1 dan 2 2023

Gambar 20 menunjukkan hasil pemantauan parameter TDS pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Utara. Pada periode 1 (biru) rata-rata dan median konsentrasi TDS diperoleh berturut-turut sebesar 928.15 dan 749.5 mg/L. Konsentrasi parameter TDS tertinggi berada pada titik pemantauan Pademangan Timur (71) dengan konsentrasi sebesar 3230 mg/L, sepuluh kali lipat dari konsentrasi yang direkomendasikan baku mutu.

Pada periode 2 (jingga), Wilayah Jakarta Utara merupakan Wilayah DKI Jakarta yang paling tercemar mangan, hal ini dapat dibuktikan oleh 68% dari 31 titik di Jakarta Utara telah melebihi baku mutu, di mana pada titik pemantauan Kamal Muara (45) memiliki konsentrasi mangan yang ekstrem besar yaitu 10.17 mg/L dibandingkan dengan rata-rata konsentrasi mangan DKI Jakarta yang hanya 0.45 mg/L. Rata-rata dan median konsentrasi TDS diperoleh berturut-turut sebesar 818.05 dan 701 mg/L. Konsentrasi parameter TDS tertinggi juga berada pada titik pemantauan Pademangan Timur (71) dengan konsentrasi sebesar 2,480 mg/L. TDS dapat didefinisikan sebagai jumlah semua partikel ion yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron. Menurut USEPA, partikel ini dapat dianggap sebagai 'bahan

kimia pencemar'. Konsentrasi TDS yang tinggi dapat mengindikasikan pencemaran ion berbahaya seperti pencemar yang dapat menyebabkan masalah kesehatan, pencemar nutrien dan organik terlarut atau intrusi air laut. Tingginya konsentrasi TDS pada titik-titik pemantauan di Jakarta Utara dapat dikaitkan dengan intrusi air laut terlebih dengan tingginya rata-rata salinitas (0.09%) dibandingkan dengan wilayah lain di DKI Jakarta (0.02-0.06%).

Kualitas Air Tanah Jakarta Timur

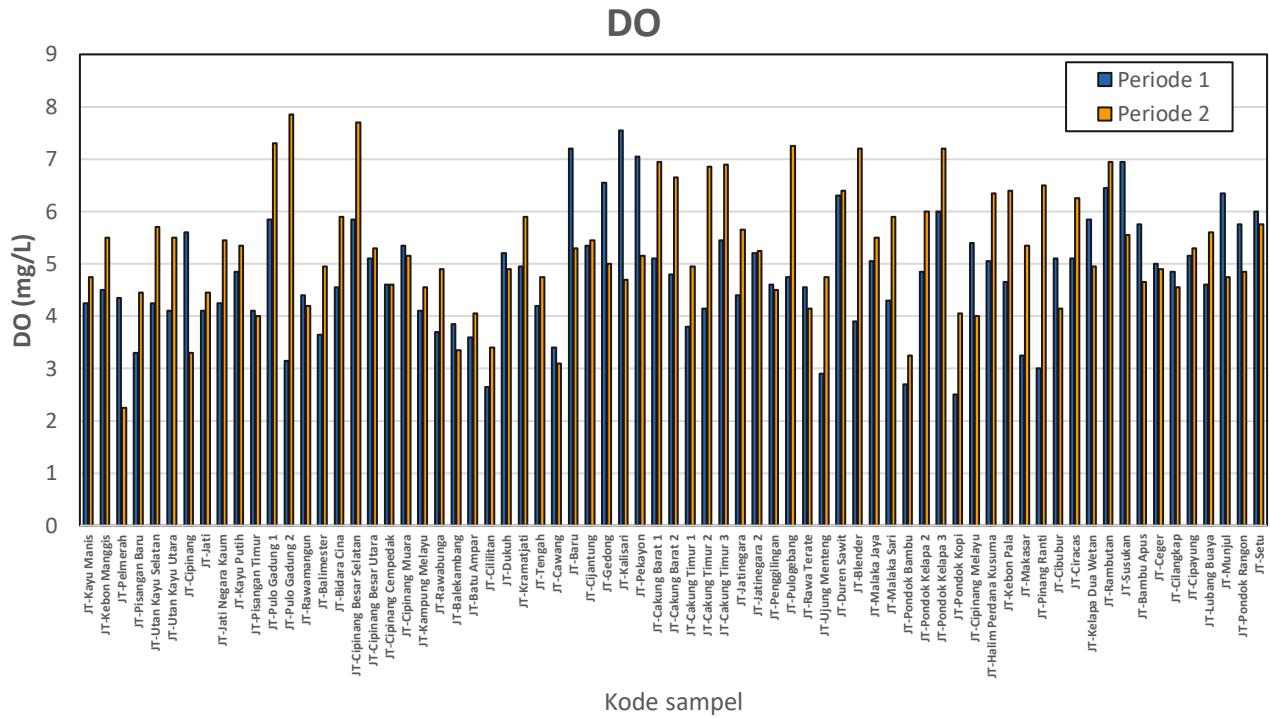
Ringkasan kualitas air tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur (71 titik pemantauan) disajikan pada Tabel 22. Pada pemantauan periode 1, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Timur adalah parameter Mangan, di mana 45% titik tidak memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi. Namun demikian, jumlah titik pemantauan dengan parameter total koliform yang melebihi baku mutu juga tercatat tinggi di mana 39% titik tidak memenuhi baku mutu. Pada pemantauan periode 2, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu adalah parameter Surfaktan di mana 51% dari titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu. Jumlah titik pemantauan dengan parameter total coliform melebihi baku mutu juga tercatat tinggi di mana 48% titik tidak memenuhi baku mutu. Kemudian, berbeda dengan wilayah-wilayah administrasi lainnya, terdapat 25% dari titik pemantauan di Jakarta Timur yang tidak memenuhi baku mutu untuk parameter pH.

Pada periode 1, rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh pada titik-titik pemantauan di Jakarta Timur berturut-turut sebesar 4.78 dan 4.75 mg/L. Rata-rata dan median yang berbeda cukup signifikan ini mengindikasikan adanya titik-titik pemantauan yang tercemar berat sehingga beberapa memiliki konsentrasi DO yang sangat rendah. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Pondok Kopi (249) dengan konsentrasi DO sebesar 2.5 mg/L.

Pada periode 2, Rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh pada titik-titik pemantauan di Jakarta Timur berturut-turut sebesar 5.27 dan 5.25 mg/L. Rata-rata dan median yang berbeda cukup signifikan ini mengindikasikan adanya titik-titik pemantauan yang tercemar berat sehingga beberapa memiliki konsentrasi DO yang sangat rendah. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Palmerah (199) dengan konsentrasi DO sebesar 2.25 mg/L.

Tabel 22. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10	16.63	22.51	1	1	626	315	13	23
Nitrat	mg/L	20	5.41	6.88	0.27	0.54	23.8	24.5	1	2
Nitrit	mg/L	3	0.01	0.06	0.005	0.01	0.12	3	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0.14	0.00	0.0015	0.003	10.003	0.003	1	0
Besi	mg/L	0.2	0.36	0.37	0.015	0.03	7.59	7.15	16	19
Mangan	mg/L	0.1	0.25	0.22	0.015	0.03	2.37	2.36	32	28
Organik	mg/L			3.26		2.03		18.3		4
Surfaktan	mg/L	0.1		0.09		0.03		0.36		36
Total coliform	CFU/100mL	0.1	467.61	309.86	0	0	7100	3200	28	34
E.Coli	CFU/100mL	0.1	90.14	28.17	0	0	2800	500	7	10
Temperatur	°C		27.91	28.25	25.7	25.95	29.55	35.3		
pH		6.5-8.5	6.74	6.96	4.635	5.36	8.21	9.12	24	18
DO	mg/L	>4**	4.78	5.27	2.5	2.25	7.55	7.85	15.00	6.00
TDS	mg/L	300	460.52	452.74	131.7	82.9	6550	6000	30	29
DHL	µS/cm		651.66	670.43	156.8	136.45	9050	9035		
Salinitas	%		0.04	0.04	0.01	0.01	0.51	0.485		
ORP	mV		20.74	11.22	-72	-114	154.5	111		
Turbiditas	NTU	25	1.55	2.46	0	0	23.865	19.05	0	0

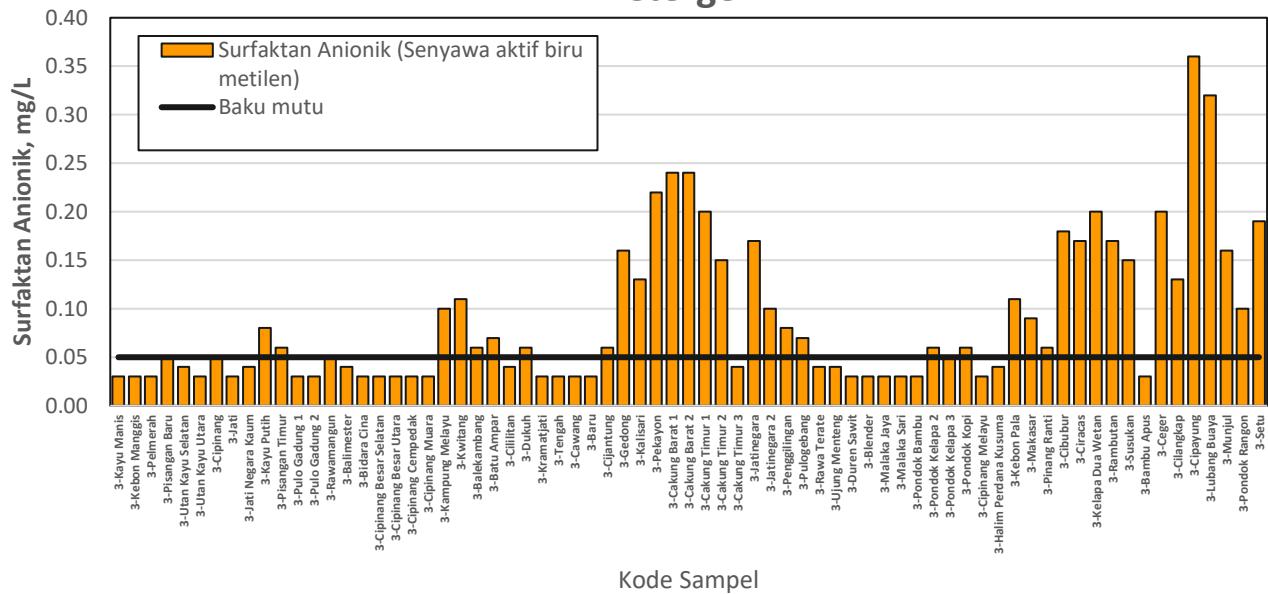


Gambar 21. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta

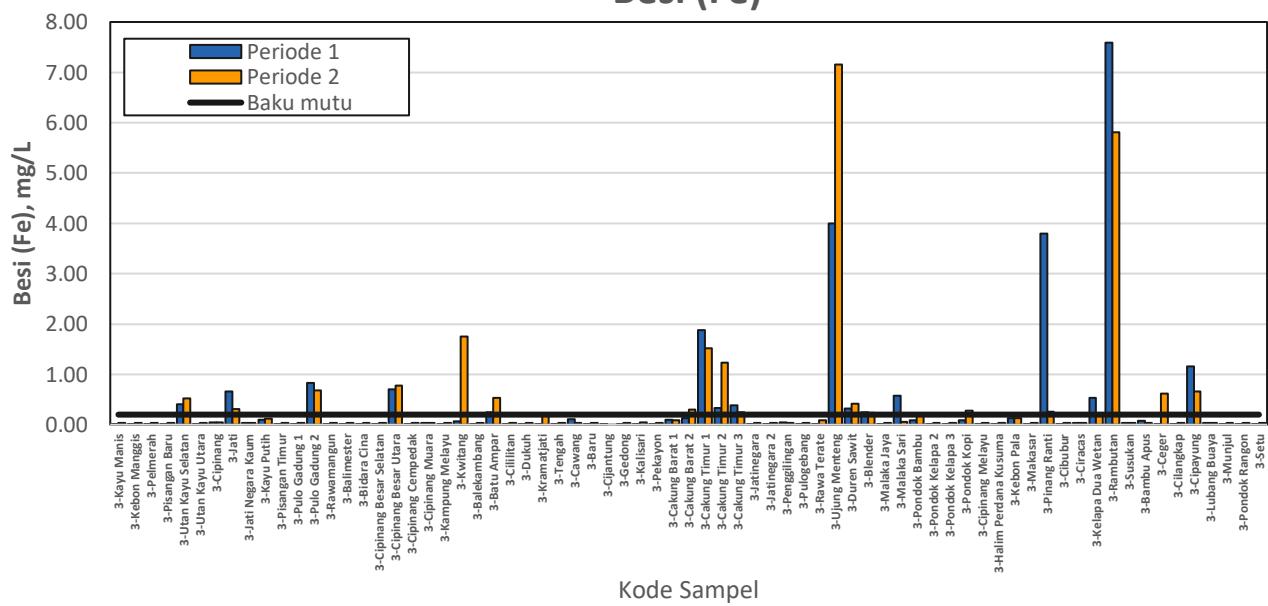
Timur Periode 1 dan 2 2023

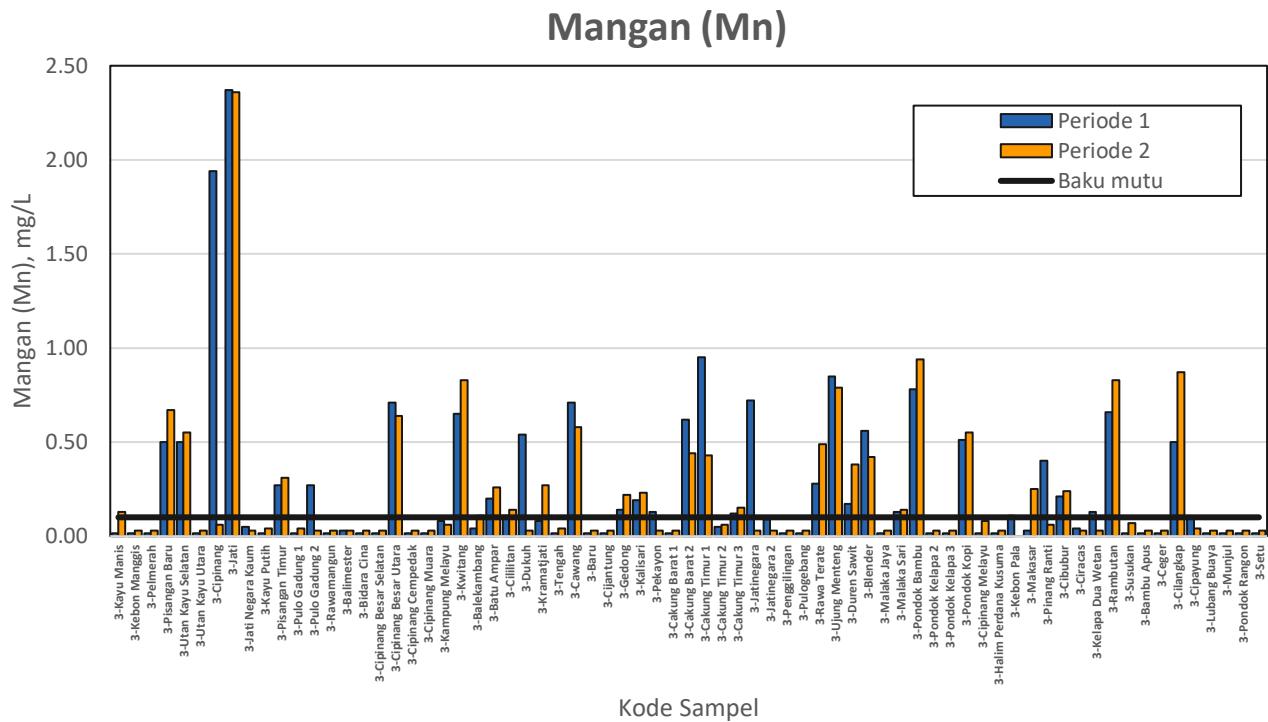
Rendahnya konsentrasi DO dapat diasosiasikan dengan pencemaran surfaktan dan mangan. Gambar 21 menunjukkan hasil pemantauan parameter surfaktan pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Timur. Pada periode 1, rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.1 mg/L dan 0.08 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik pemantauan Jati (204) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 2.37 mg/L.

Detergen



Besi (Fe)



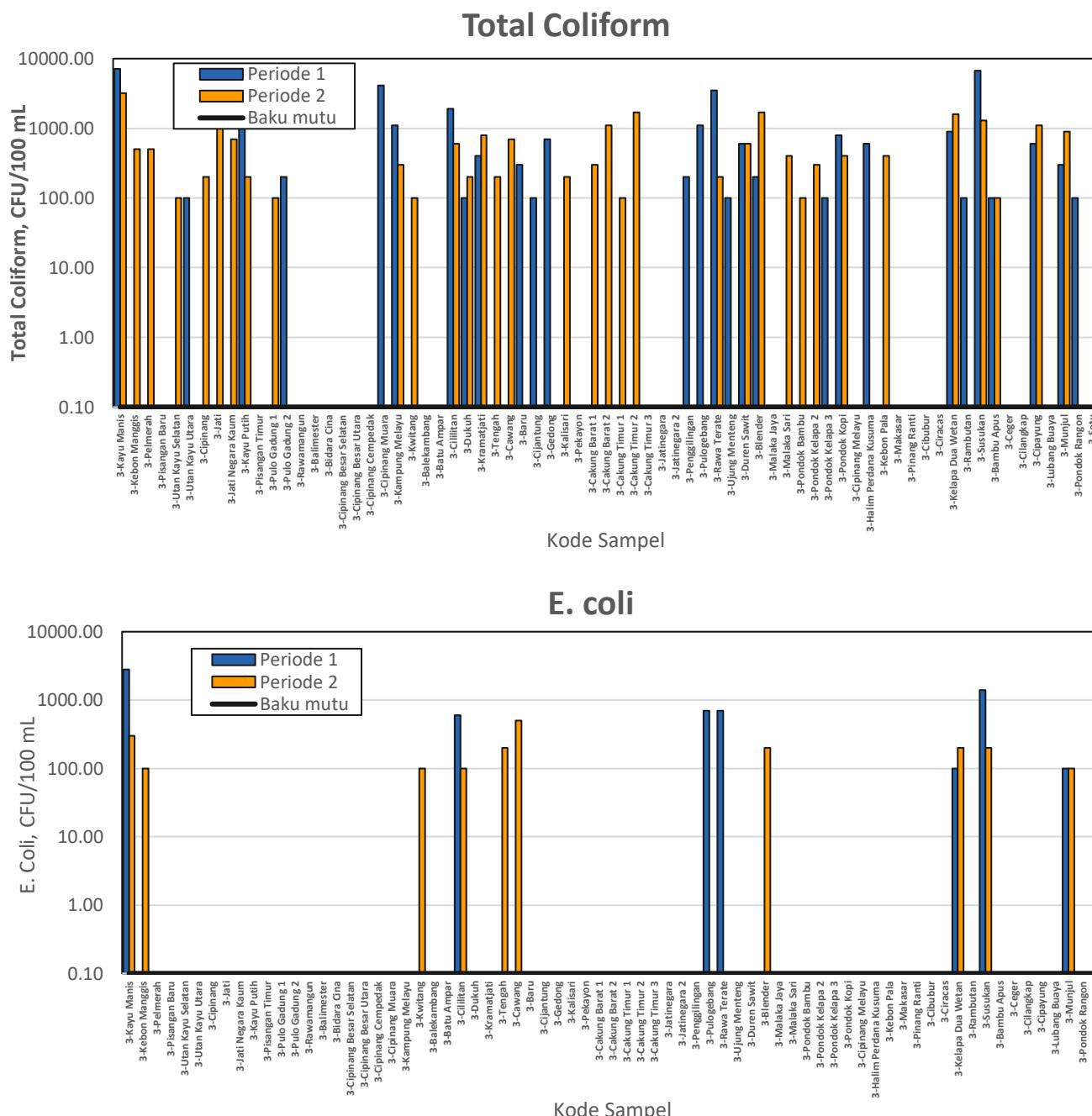


Gambar 22. Hasil Pemantauan Parameter Konsentrasi Surfaktan (Atas) dan Mangan (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur Periode 1 dan 2 2023

Pada periode 2 (jingga), rata-rata dan median konsentrasi surfaktan diperoleh berturut-turut sebesar 0.09 mg/L dan 0.06 mg/L. Konsentrasi parameter surfaktan tertinggi berada pada titik pemantauan Cipayung (263) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 0.36 mg/L. rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.22 mg/L dan 0.04 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik pemantauan Jati (204) dengan konsentrasi mangan sebesar 2.36 mg/L.

Gambar 23 menunjukkan hasil pemantauan parameter mikrobiologis pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Timur. Pada periode 1 (biru), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 71 titik pemantauan berturut-turut sebesar 467.61 CFU/100 mL dan 90.14 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 0 CFU/100 mL dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Kayu Manis (197) dengan konsentrasi total coliform sebesar 7,100 CFU/100 mL dan E. coli sebesar 2800 CFU/100 mL. Pada periode 2 (jingga), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 71 titik pemantauan berturut-turut sebesar 309.86 CFU/100 mL dan 28.17 CFU/100 mL serta dengan median sebesar 0 CFU/100 mL untuk keduanya. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Kayu

Manis (197) dengan konsentrasi total koliform sebesar 3,200 CFU/100 mL dan titik pemantauan Cawang (225) dengan konsentrasi E. coli sebesar 500 CFU/100 mL.



Gambar 23. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Timur

Periode 1 dan 2 2023

Kualitas Air Tanah Jakarta Pusat

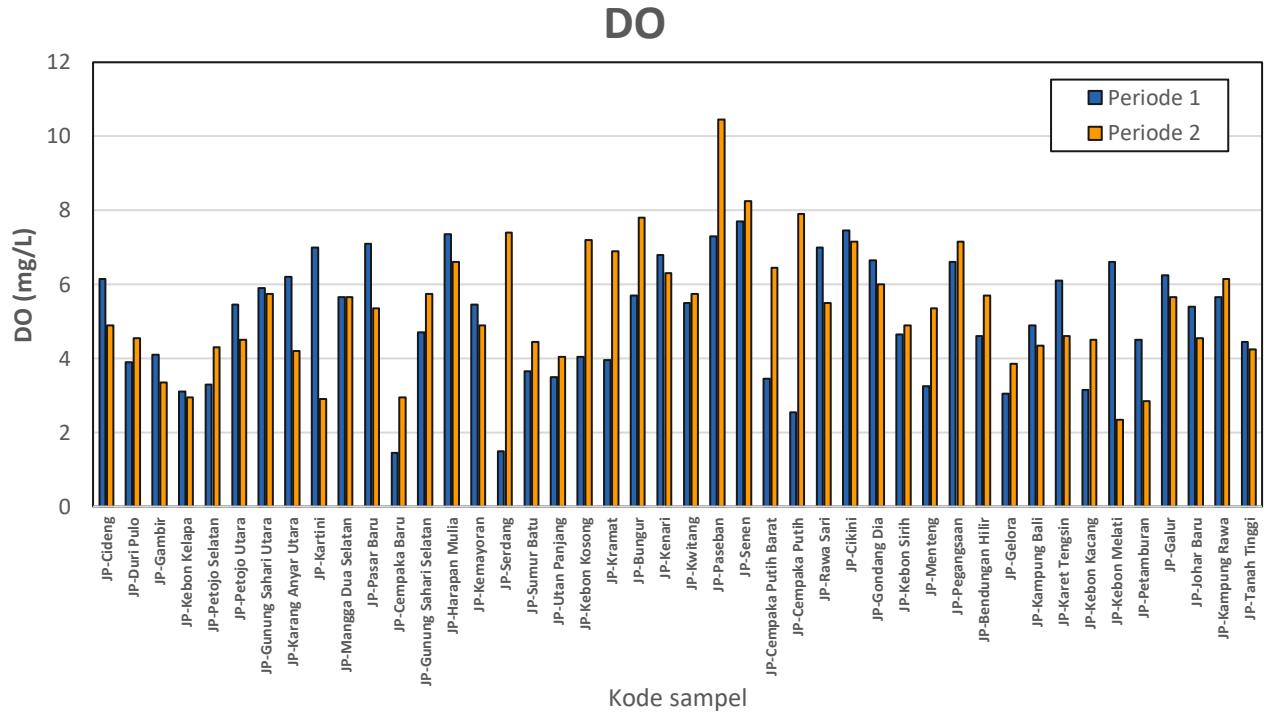
Ringkasan kualitas air tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat (44 titik pemantauan) disajikan pada Tabel 23. Pada pemantauan periode 1, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Pusat adalah parameter TDS, dimana 77.27% titik tidak memenuhi baku mutu air peruntukan higiene dan sanitasi. Sebagaimana kondisi kualitas air tanah di wilayah Jakarta lain, jumlah titik pemantauan dengan parameter mikrobiologis melebihi baku mutu juga tercatat sangat tinggi di mana 52% dan 27% titik berturut-turut tidak memenuhi baku mutu parameter total koliform dan E. coli. Sebagaimana ditemukan juga di wilayah Jakarta lain, jumlah titik pemantauan dengan parameter Mangan tidak memenuhi baku mutu juga relatif tinggi mencapai 36% dari 41 titik pemantauan. Pada pemantauan periode 2, parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu adalah parameter TDS, di mana 77% titik tidak memenuhi baku mutu. Demikian dengan parameter total koliform sebesar 41% dan E.Coli sebanyak 20% tidak memenuhi baku mutu. Selain itu, parameter mangan juga menjadi perhatian, dimana 39% dari titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu.

Gambar 26 menunjukkan sebaran konsentrasi DO pada titik pemantauan di wilayah Jakarta Pusat. Pada periode 1, rata-rata dan median konsentrasi DO diperoleh pada titik-titik pemantauan di Jakarta Pusat berturut-turut sebesar 5.06 mg/L dan 5.42 mg/L. Rata-rata dan median yang tidak berbeda cukup signifikan mengindikasikan sebaran konsentrasi DO yang relatif merata di antara titik-titik pemantauan yang mana ditunjukkan dengan standar deviasi kurang dari 50% dari rata-rata. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Cempaka Baru (12) dengan konsentrasi DO sebesar 1.45 mg/L.

Pada periode 2, rata-rata dan median yang tidak berbeda cukup signifikan mengindikasikan sebaran konsentrasi DO yang relatif merata di antara titik-titik pemantauan yang mana ditunjukkan dengan standar deviasi kurang dari 50% dari rata-rata. Konsentrasi parameter DO terendah berada pada titik pemantauan Kebon Melati (39) sebesar 2.35 mg/L.

Tabel 23. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2 2023

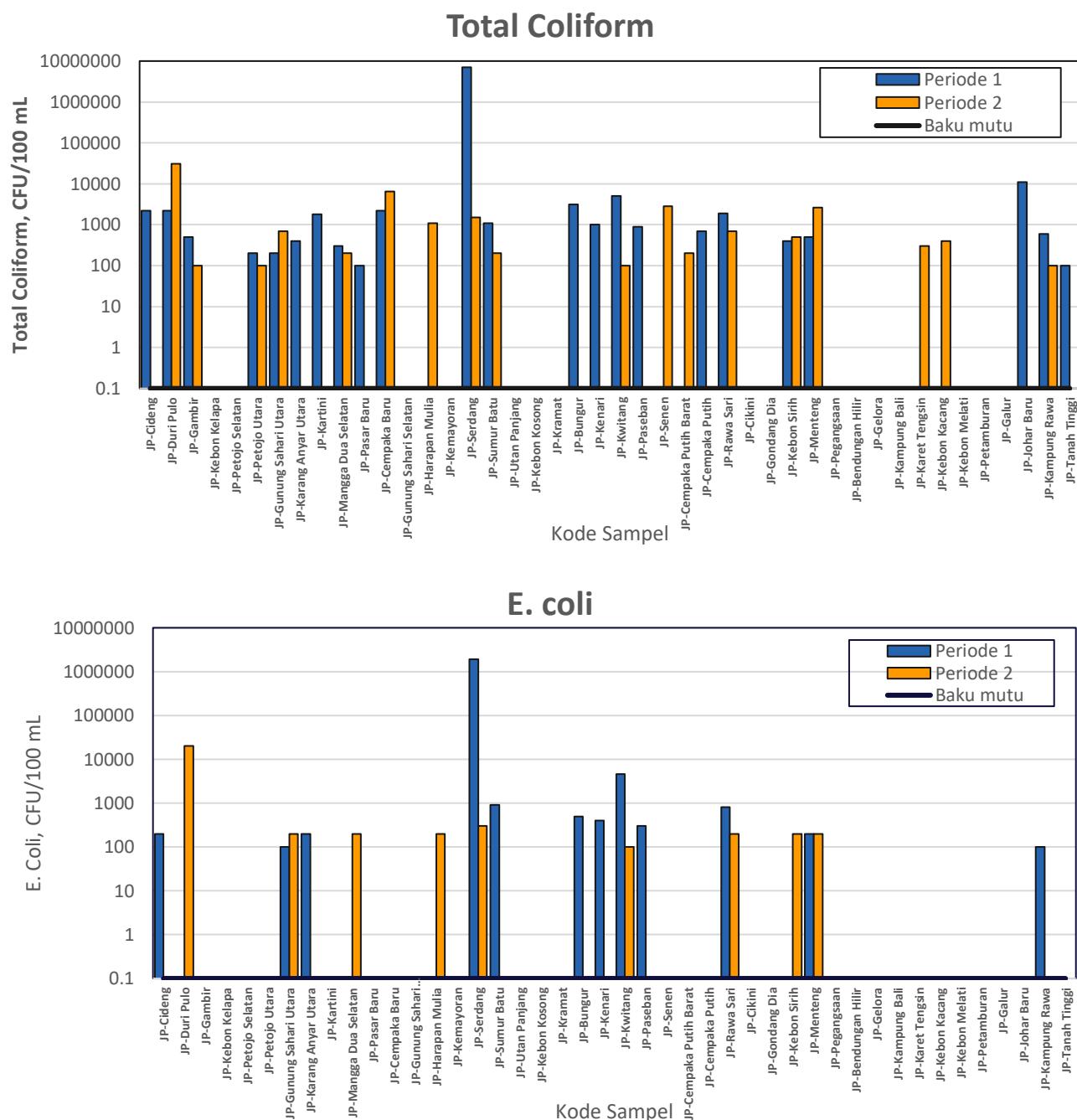
Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10		21.82		0.8		36.9		16
Nitrat	mg/L	20	2.26	5.25	0.27	0.01	12.8	0.16	0	4
Nitrit	mg/L	3	0.04	0.02	0.005	0.003	0.86	0.003	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0.00	0.00	0.0015	0.03	0.003	7.96	0	0
Besi	mg/L	0.2	0.24	0.69	0.015	0.03	5.91	2.86	5	14
Mangan	mg/L	0.1	0.33	0.34	0.015	2.03	3.08	17.52	16	17
Organik	mg/L			4.54		0.03		0.21		4
Surfaktan	mg/L	0.1		0.09		0		31000		30
Total coliform	CFU/100mL	0.1	162190.91	1115.91	0	0	7100000	20000	23	18
E.Coli	CFU/100mL	0.1	43370.45	490.91	0		1900000		12	9
Temperatur	°C		28.38	29.16	26.7	27.45	30.9	32.25		
pH		6.5-8.5	7.16	7.19	6.415	6.595	7.835	7.79	2	0
DO	mg/L	>4**	5.06	5.37	1.45	2.35	7.7	10.45	13.00	7.00
TDS	mg/L	300	500.64	500.50	160	161.5	2645	2515	34	34
DHL	µS/cm		748.06	660.27	235.5	24.85	3980	3780		
Salinitas	%		0.04	0.05	0.01	0.02	0.21	0.2		
ORP	mV		-9.56	2.77	-88	-38	45.5	56.5		
Turbiditas	NTU	25	6.18	5.97	0	0	165.1	103.15	2	2



Gambar 24. Hasil Pemantauan Parameter DO pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2 2023

Rendahnya konsentrasi DO dapat diasosiasikan dengan pencemaran parameter mikrobiologis, organik dan surfaktan. Gambar 25 menunjukkan hasil pemantauan parameter mikrobiologis pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat. Pada periode 1 (biru), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 41 titik pemantauan berturut-turut sebesar 162,190.91 CFU/100 mL dan 43,370.45 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 100 CFU/100 mL dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada pada titik pemantauan Serdang (16) dengan konsentrasi total koliform dan E. coli, berturut-turut sebesar 7,100,000 CFU/100 mL dan 1,900,000 CFU/100 mL.

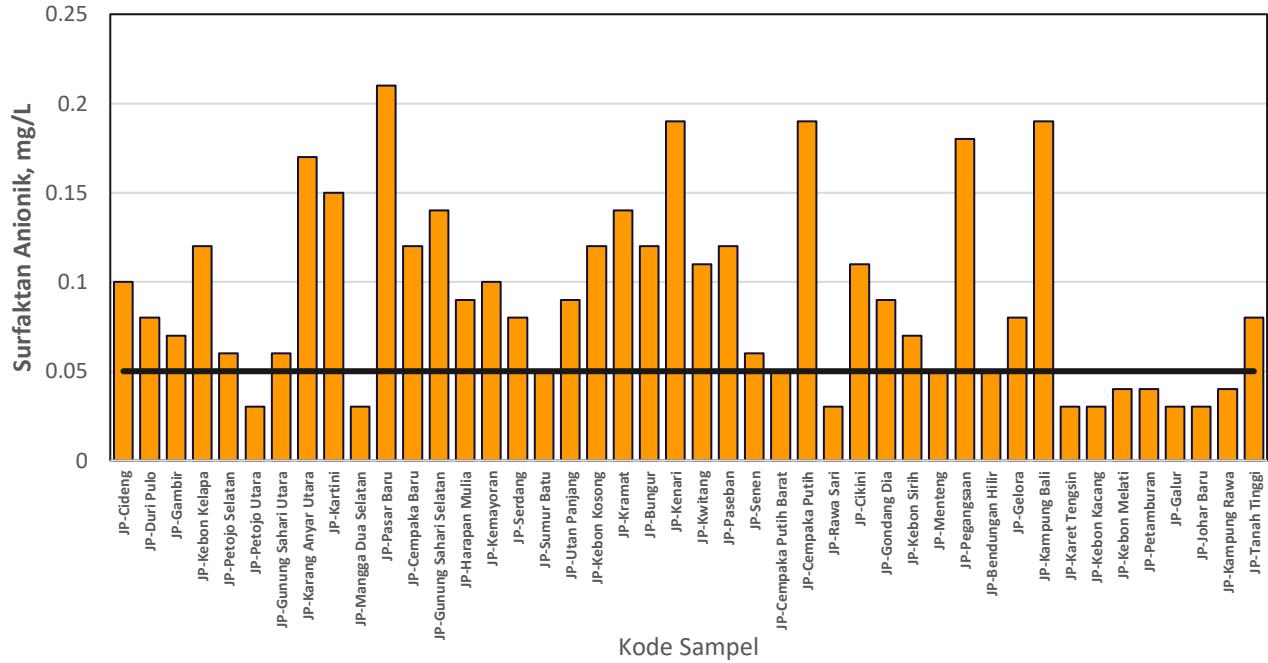
Pada periode 2 (jingga), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli dari 44 titik pemantauan berturut-turut sebesar 1115.91 CFU/100 mL dan 490.91 CFU/100 mL serta dengan median berturut-turut sebesar 0 CFU/100 mL dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter total koliform tertinggi berada pada titik pemantauan Duri Pulo (2) sebesar 31,000 CFU/100 mL dan parameter E. coli, sebesar 20,000 CFU/100 mL.



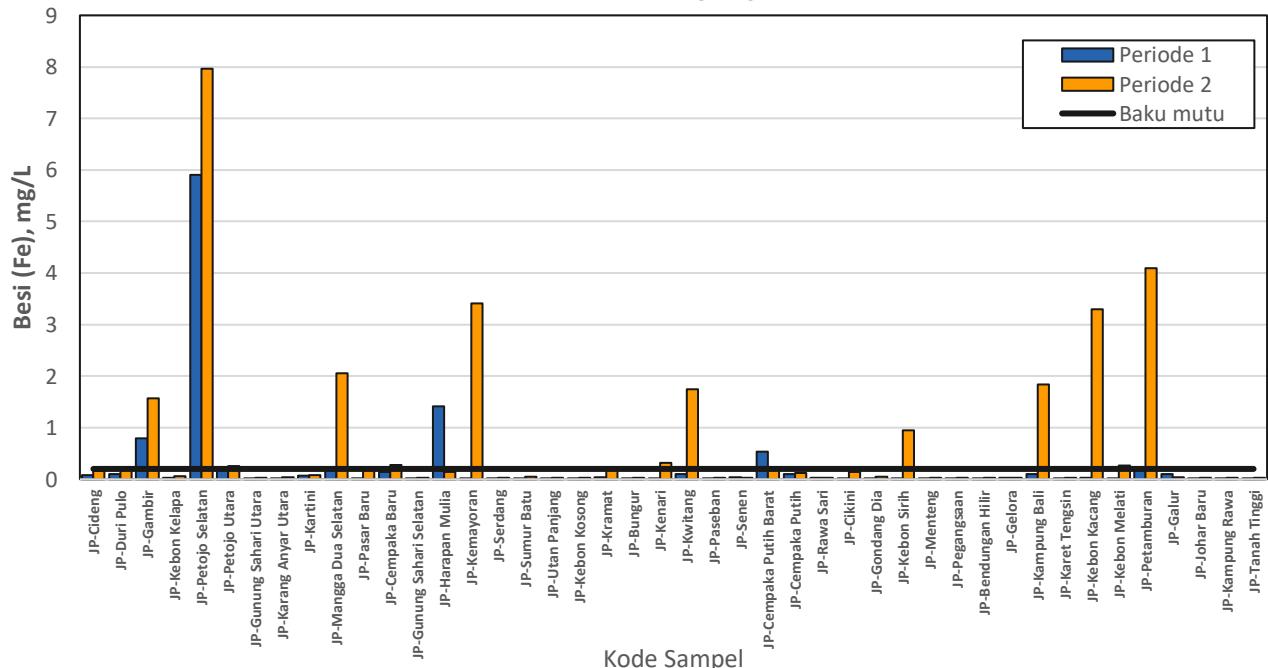
Gambar 25. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat

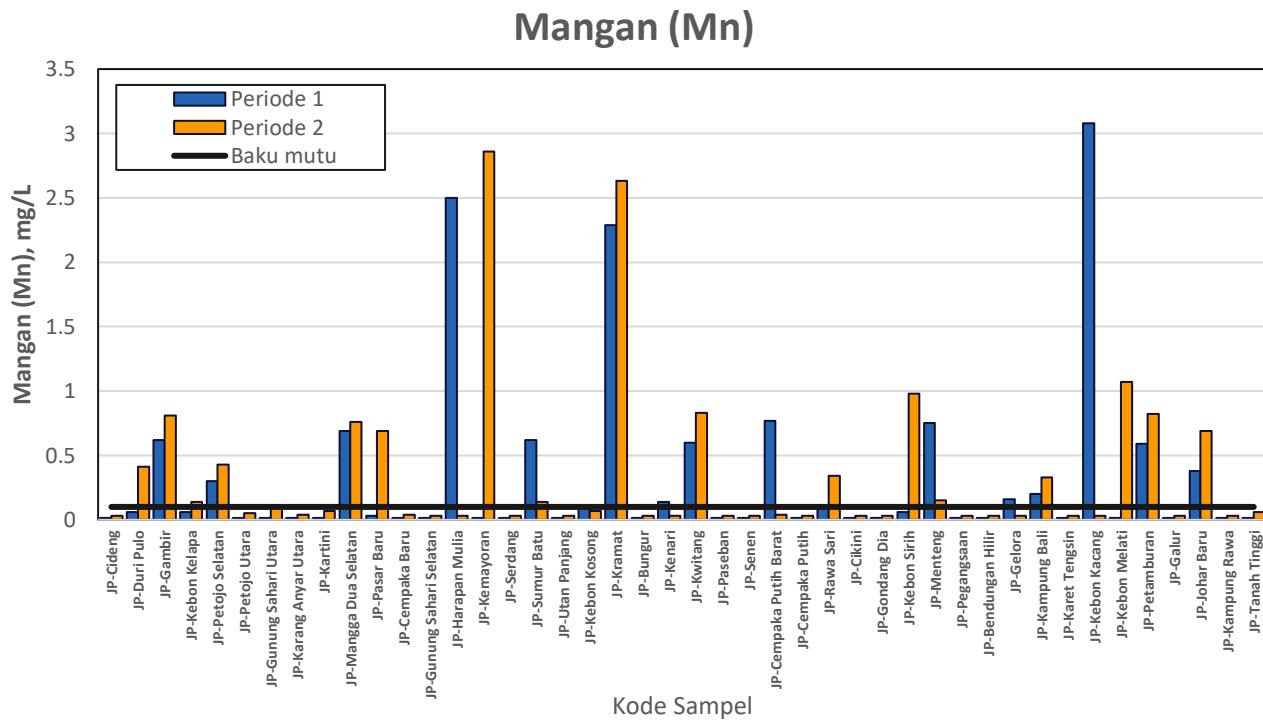
Periode 1 dan 2 2023

Surfaktan



Besi (Fe)





Gambar 26. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (Atas), Besi (tengah) dan Mangan (Bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat Periode 1 dan 2i 2023

Gambar 26 menunjukkan hasil pemantauan parameter surfaktan dan mangan pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Pusat. Pada periode 1 (biru), rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.33 mg/L dan 0.02 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik Kebon Kacang (38) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 3.08 mg/L.

Pada periode 2 (jingga), rata-rata dan median konsentrasi surfaktan diperoleh berturut-turut sebesar 0.09 mg/L dan 0.08 mg/L. Konsentrasi parameter surfaktan tertinggi berada pada titik Pasar Baru (11) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 0.21 mg/L. Di sisi lain, rata-rata dan median konsentrasi mangan diperoleh berturut-turut sebesar 0.34 dan 0.0045 mg/L. Konsentrasi parameter mangan tertinggi berada pada titik Kemayoran (15) dengan konsentrasi mangan sebesar 2.86 mg/L.

Kualitas Air Tanah Jakarta Selatan

Ringkasan kualitas air tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan (65 titik pemantauan) disajikan pada Tabel 24. Pada periode 1, parameter mikrobiologis menjadi parameter dengan titik pemantauan

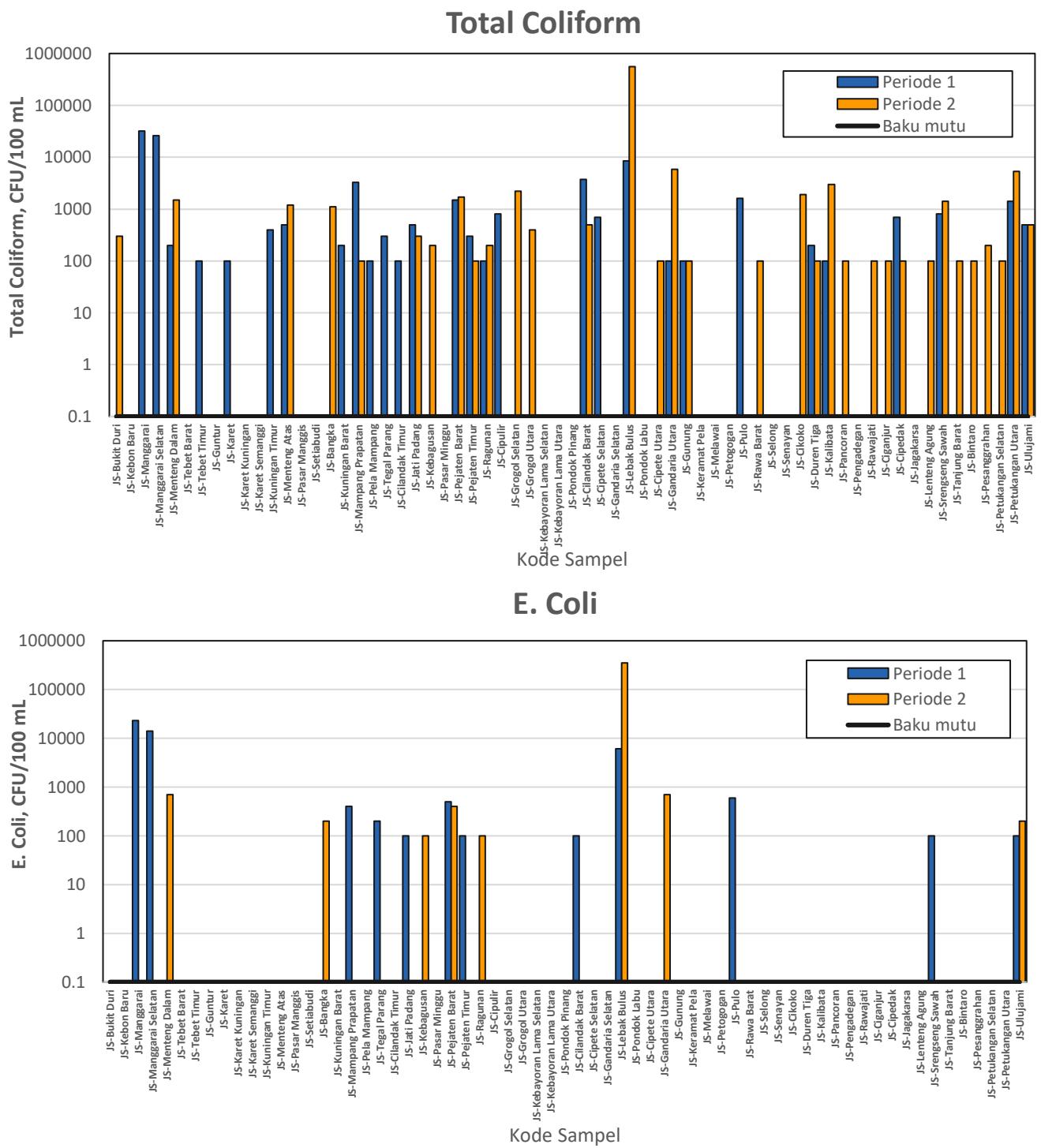
yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu, dimana 44% titik tidak memenuhi untuk baku mutu parameter total koliform dan 18% tidak memenuhi untuk parameter E. Coli. Selain itu parameter Mangan juga menjadi parameter dengan titik pemantauan yang relatif banyak tidak memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 32% dari 65 titik pemantauan. Pada periode 2, parameter total koliform menjadi parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu, yakni sebesar 23%. Selain itu, parameter pH dan TDS juga menjadi parameter dengan titik pemantauan yang relatif banyak tidak memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 22% dan 34% secara berturut-turut dari 65 titik pemantauan.

Gambar 27 menunjukkan hasil pemantauan parameter mikrobiologis pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan. Pada periode 1 (biru), rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli di wilayah ini paling rendah dibandingkan dengan wilayah lain, di mana dari 65 titik pemantauan berturut-turut sebesar 1306.15 CFU/100 mL dan 696.92 CFU/100 mL serta dengan median sebesar 0 CFU/100 mL untuk kedua parameter. Konsentrasi parameter total koliform dan parameter E. coli tertinggi berada pada titik pemantauan Manggarai (134) dengan konsentrasi secara berurutan sebesar 32,000 CFU/100 mL dan 23,000 CFU/100 mL.

Pada periode 2, rata-rata konsentrasi total koliform dan E. coli di wilayah ini sebesar 9063.08 CFU/100 mL dan 5421.54 CFU/100 mL serta dengan median sebesar 100 CFU/100 mL dan 0 CFU/100 mL. Konsentrasi parameter mikrobiologis tertinggi berada di titik pemantauan Lebak Bulus (168) dengan konsentrasi sebesar 560,000 CFU/100 mL untuk parameter total koliform dan 350,000 CFU/100 mL untuk parameter E. coli.

Tabel 24. Ringkasan Kualitas Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023

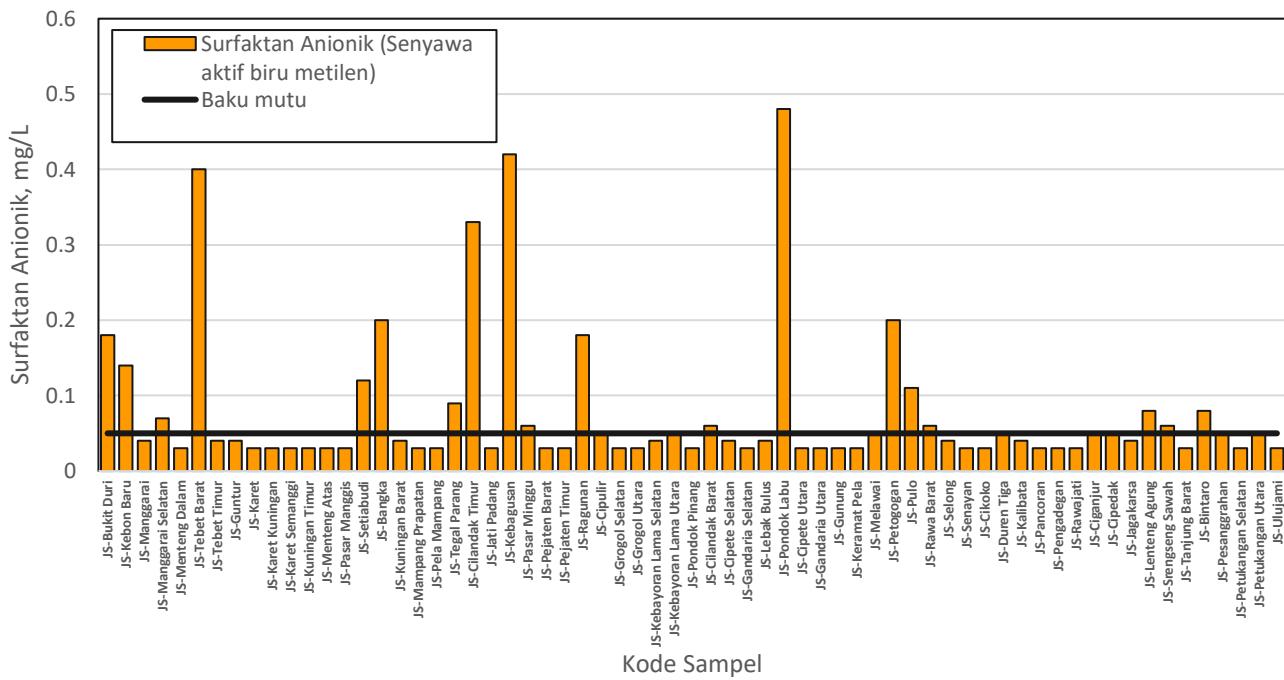
Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rata-Rata Periode 1	Rata-Rata Periode 2	Minimum Periode 1	Minimum Periode 2	Maksimum Periode 1	Maksimum Periode 2	n > BM Periode 1	n > BM Periode 2
Warna	TCU	10	8.92	15.85	1	1	317	300	4	12
Nitrat	mg/L	20	5.68	6.70	0.27	0.3	18.9	22.6	0	2
Nitrit	mg/L	3	0.02	0.01	0.005	0.01	0.71	0.08	0	0
Krom heksavalen	mg/L	0.003	0.00	0.00	0.0015	0.003	0.0015	0.003	0	0
Besi	mg/L	0.2	0.17	0.21	0.015	0.003	3.26	3.49	6	7
Mangan	mg/L	0.1	0.20	0.17	0.015	0.03	2.3	1.4	21	22
Organik	mg/L			2.13		2.03		3.84		0
Surfaktan	mg/L	0.1		0.08		0.03		0.48		19
Total coliform	CFU/100mL	0.1	1306.15	9063.08	0	0	32000	560000	29	33
E.Coli	CFU/100mL	0.1	696.92	5421.54	0	0	23000	350000	12	8
Temperatur	°C		28.12	28.02	26.45	25.3	33.75	30.95		
pH		6.5-8.5	6.82	6.97	4.99	5.37	8.04	9.185	17	14
DO	mg/L	>4**	4.56	5.58	1.85	2.25	8.7	8.1	24.00	5.00
TDS	mg/L	300	270.26	258.43	107.45	105	465	430	23	22
DHL	µS/cm		400.80	382.29	183.5	104	656	614.5		
Salinitas	%		0.02	0.02	0.01	0	0.035	0.04		
ORP	mV		16.66	10.34	-49	-67	129	109		
Turbiditas	NTU	25	1.84	3.68	0	0	25.19	41.65	1	3



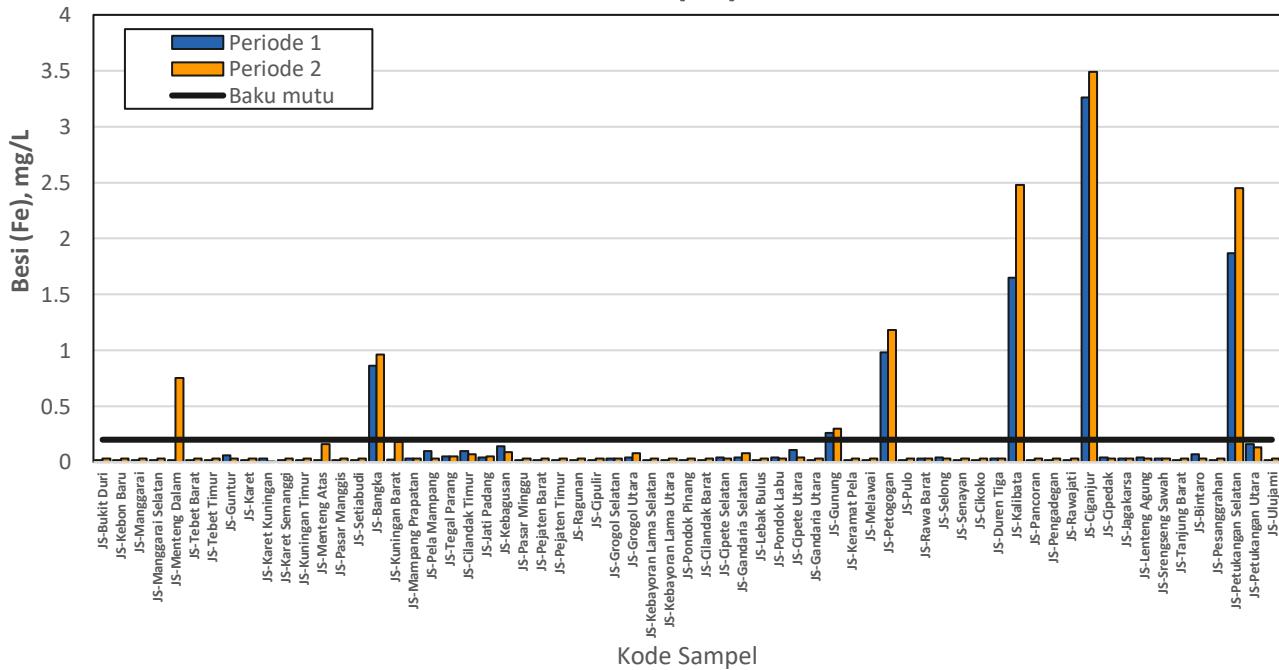
Gambar 27. Hasil Pemantauan Parameter Mikrobiologis pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023

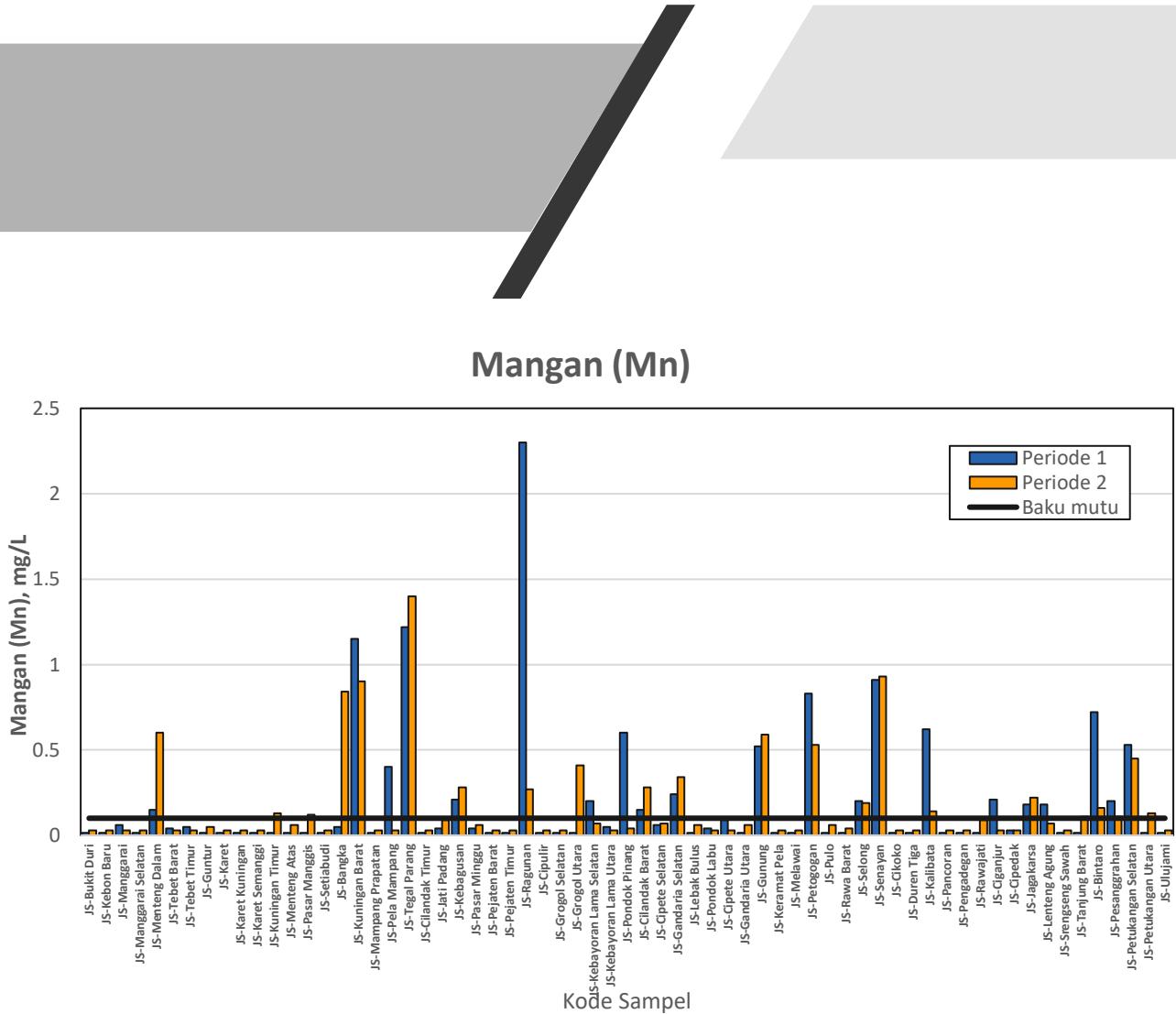
Gambar 28 menunjukkan hasil pemantauan parameter surfaktan pada seluruh titik pemantauan di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan. Pada periode 2, rata-rata dan median konsentrasi surfaktan diperoleh berturut-turut sebesar 0.08 mg/L dan 0.04 mg/L, di bawah baku mutu air untuk higiene dan sanitasi (0.05 mg/L). Konsentrasi parameter surfaktan tertinggi berada pada titik pemantauan Pondok Labu (169) dengan konsentrasi surfaktan sebesar 0.48 mg/L.

Surfaktan Anionik



Besi (Fe)





Gambar 28. Hasil Pemantauan Parameter Surfaktan (atas), Besi (tengah) dan Mangan (bawah) pada Air Tanah di Wilayah Administrasi Jakarta Selatan Periode 1 dan 2 2023

BAB 6 ANALISIS INDEKS PENCEMARAN AIR TANAH

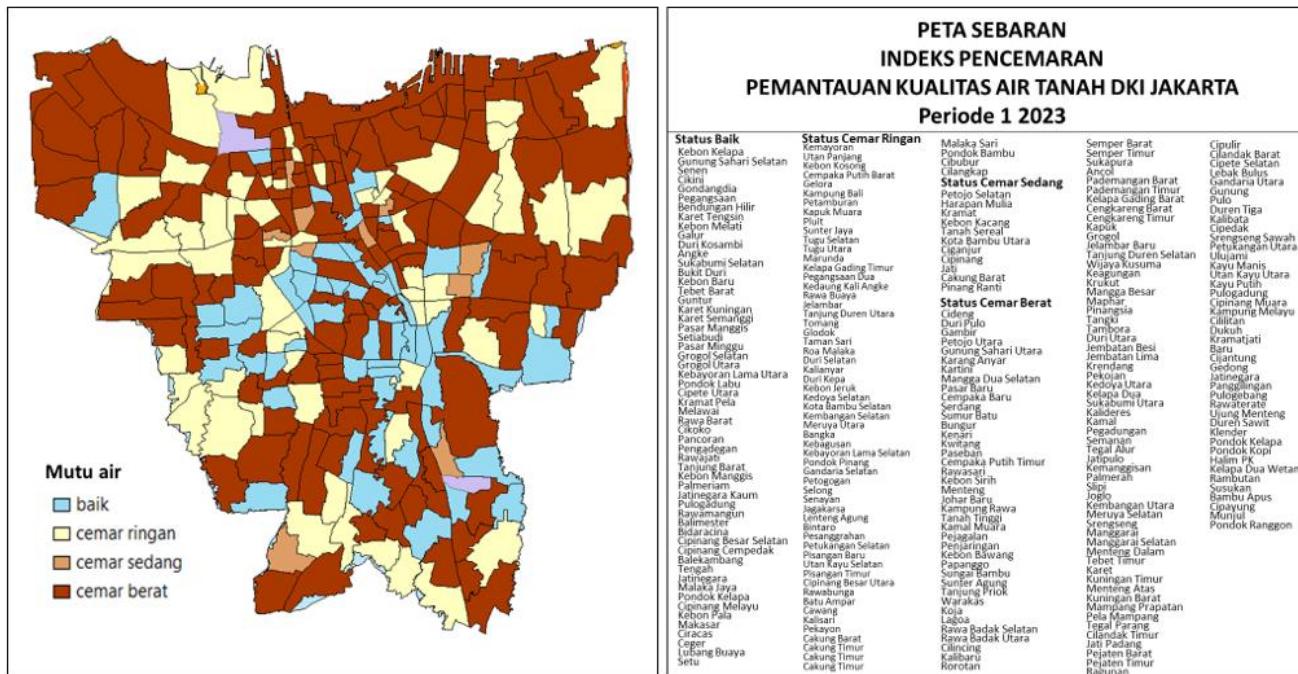
Analisis Indeks Pencemaran Air Tanah Periode I

Indeks pencemaran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan status mutu air yang mana dalam pemantauan ini menunjukkan tingkat kondisi kualitas air tanah dengan membandingkannya terhadap baku mutu air dengan peruntukan higiene dan sanitasi (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023). Tabel 25 menunjukkan rangkuman hasil evaluasi kualitas air tanah di DKI Jakarta berdasarkan wilayah administrasi kota dengan menggunakan IP.

Tabel 25. Distribusi Indeks Pencemaran pada Air Tanah di DKI Jakarta Berdasarkan Wilayah Administrasi Kota

Wilayah Administrasi	Indeks Pencemaran (IP)			
	Baik	Cemar Ringan	Cemar Sedang	Cemar Berat
Jakarta Barat	5%	28%	4%	63%
Jakarta Utara	0%	26%	0%	74%
Jakarta Timur	31%	24%	6%	39%
Jakarta Pusat	21%	16%	9%	53%
Jakarta Selatan	34%	20%	2%	45%
DKI Jakarta	21%	23%	4%	52%

Secara umum dalam lingkup Provinsi DKI Jakarta, hanya 21% titik pemantauan yang memiliki IP dengan status baik ($IP < 1$) sedangkan kualitas air tanah pada titik pemantauan didominasi oleh IP dengan status Cemar Berat dengan persentase sebesar 52%.



Gambar 29. Peta IP Air Tanah di DKI Jakarta Periode Maret 2023

Gambar 29 menyajikan sebaran spasial IP berbasis pada unit wilayah administrasi kelurahan. Wilayah administrasi Jakarta Utara merupakan wilayah dengan titik pemantauan yang memiliki status IP Cemar Berat terbanyak (74%). Pada administrasi Wilayah Jakarta Utara dan Barat, persentase titik pemantauan dengan status Cemar Ringan merupakan yang paling tinggi, yaitu 26% dan 28%. Jakarta Selatan dan Jakarta Timur merupakan wilayah administrasi dengan kualitas air tanah paling baik, terindikasi dari persentase titik pemantauan berstatus baik terbanyak, yaitu 34% untuk Jakarta Pusat dan 31% untuk Jakarta Selatan.

Untuk dapat menjelaskan sebaran status IP pada titik pemantauan, dilakukan analisis hubungan antara karakteristik titik pemantauan terhadap status mutu air. Karakteristik titik pemantauan pada analisis ini meliputi Jarak dengan tangki septik, kedalaman sumur, umur sumur, jenis sumur dan tata guna lahan. Karakteristik titik pemantauan kecuali tata guna lahan diperoleh melalui observasi lapangan sedangkan untuk tata guna lahan, digunakan data Badan Pertanahanan Nasional DKI Jakarta. Dalam rangka simplifikasi analisis, status mutu air direklasifikasi menjadi dua status: baik dan cemar (gabungan dari cemar ringan, sedang, dan berat). Ringkasan dari hasil analisis hubungan antara karakteristik titik pemantauan terhadap status mutu air disajikan pada Tabel 26.

Tabel 26. Analisis Hubungan Karakteristik Titik Pemantauan terhadap Status Mutu Air

Faktor	Kategori	Status IP	
		Baik	Cemar*
Jarak dengan tangki septik	Jarak > 10 m	23%	77%
	Jarak ≤ 10 m	22%	78%
Kedalaman sumur	1 - 10 m	5%	95%
	11 - 20 m	28%	72%
	21 - 30 m	21%	79%
	31 - 40 m	29%	71%
	> 40 m	17%	83%
Umur sumur	1 - 5 tahun	22%	78%
	6 - 10 tahun	31%	69%
	11 - 15 tahun	23%	77%
	16 - 20 tahun	26%	74%
	> 20 tahun	14%	86%
Jenis Sumur	Sumur Timba	0%	100%
	Sumur Pompa	7%	93%
Tata guna lahan	Tanah Terbuka	33%	67%
	Jasa/Industri	18%	82%
	Pertanian	33%	67%
	Pemukiman	19%	81%

*Gabungan cemar ringan, sedang dan berat

Karakteristik titik pemantauan pertama yang dianalisis adalah jarak antara sumur dengan tangki septik. Dalam SNI 2398:2017 Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *flow filter*, kolam sanitasi) merekomendasikan jarak antara sumur dan tangki septik setidaknya 10 m. Hal ini ditujukan untuk melindungi sumur dari pencemaran limbah domestik apabila terjadi kebocoran. Oleh karenanya secara teori, semakin dekat jarak tangki septik dengan sumur, maka akan meningkat risiko pencemaran. Namun Tabel 23 menunjukkan bahwa persentase mutu air baik dan cemar tidak berbeda secara signifikan antara sumur dengan jarak kurang dan lebih dari 10 m. Hal ini mengindikasikan kemungkinan bahwa jarak sumur dengan tangki septik bukan merupakan faktor signifikan yang menjelaskan sebaran mutu air di DKI Jakarta.

Karakteristik titik pemantauan kedalaman sumur dibagi menjadi beberapa kategori yaitu 1 - 10 m, 11 - 20 m, 21 - 30 m, 31 - 40 m, dan > 40 m. Pada Tabel 21 dapat dilihat bahwa persentase mutu air baik dan cemar terlihat berbeda dengan jelas pada kategori pertama (1-10 m) dibandingkan dengan kategori lainnya. Pada kategori 1, hanya 5% titik pemantauan yang tergolong status mutu baik



sedangkan pada kategori lainnya titik pemantauan dengan status mutu baik berada pada rentang 17-29%. Semakin dalam muka air sumur, risiko pencemaran akan semakin rendah karena meningkatnya jarak sumur terhadap sumber pencemar. Oleh karenanya, jumlah titik pemantauan dengan status cemar paling tinggi berada pada kategori 1 karena jarak dengan sumber pencemar relatif lebih dekat.

Umur dan jenis sumur merupakan karakteristik titik pemantauan lain yang dianalisis pengaruhnya terhadap kualitas air tanah. Sumur yang lebih tua memiliki risiko pencemaran lebih tinggi karena: 1) struktur pelindung sumur yang kemungkinan sudah rusak dan 2) dispersi pencemar telah mencapai air tanah pada periode waktu yang lama. Selaras dengan umur sumur, jenis sumur juga bisa menjadi faktor yang menentukan mutu air. Jenis sumur timba dengan kedalaman tipikal 0-10 m dan sistem proteksi yang lebih rentan memiliki risiko tercemar yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumur bor yang umumnya lebih dalam (20-40 m) dan relatif lebih terproteksi. Hal-hal tersebut sesuai dengan temuan pemantauan kualitas air tanah pada periode Maret 2023 di mana di antara sumur dengan umur lebih dari 20 tahun, hanya 14% yang mutunya berstatus baik sedangkan untuk kategori umur lain, persentase titik pemantauan berstatus baik berada pada rentang 22-31%. Lebih kontras lagi, titik pemantauan berstatus baik tidak ditemukan sama sekali untuk jenis sumur timba sedangkan untuk sumur bor, terdapat 7% titik pemantauan yang berstatus baik.

Kawasan Industri/Jasa dan pemukiman menjadi jenis tata guna lahan yang secara signifikan menjelaskan sebaran dan variabilitas kualitas air tanah. Hal ini didasarkan pada persentase titik pemantauan dengan status mutu cemar yang tinggi untuk kedua jenis kawasan tersebut yaitu 82% dari Kawasan industri dan 81% dari Kawasan pemukiman memiliki status cemar, dibandingkan dengan mutu titik pemantauan pada area terbuka dan ladang yang berada pada angka 67%. Kawasan Industri dan pemukiman memiliki aktivitas yang tinggi dengan timbulan air limbah domestik dan apabila air limbah tersebut tidak terkelola dengan baik akan meningkatkan risiko pencemaran air tanah. Hal ini menjelaskan rendahnya persentase air tanah dengan mutu baik pada titik pemantauan di kawasan industri dan pemukiman.

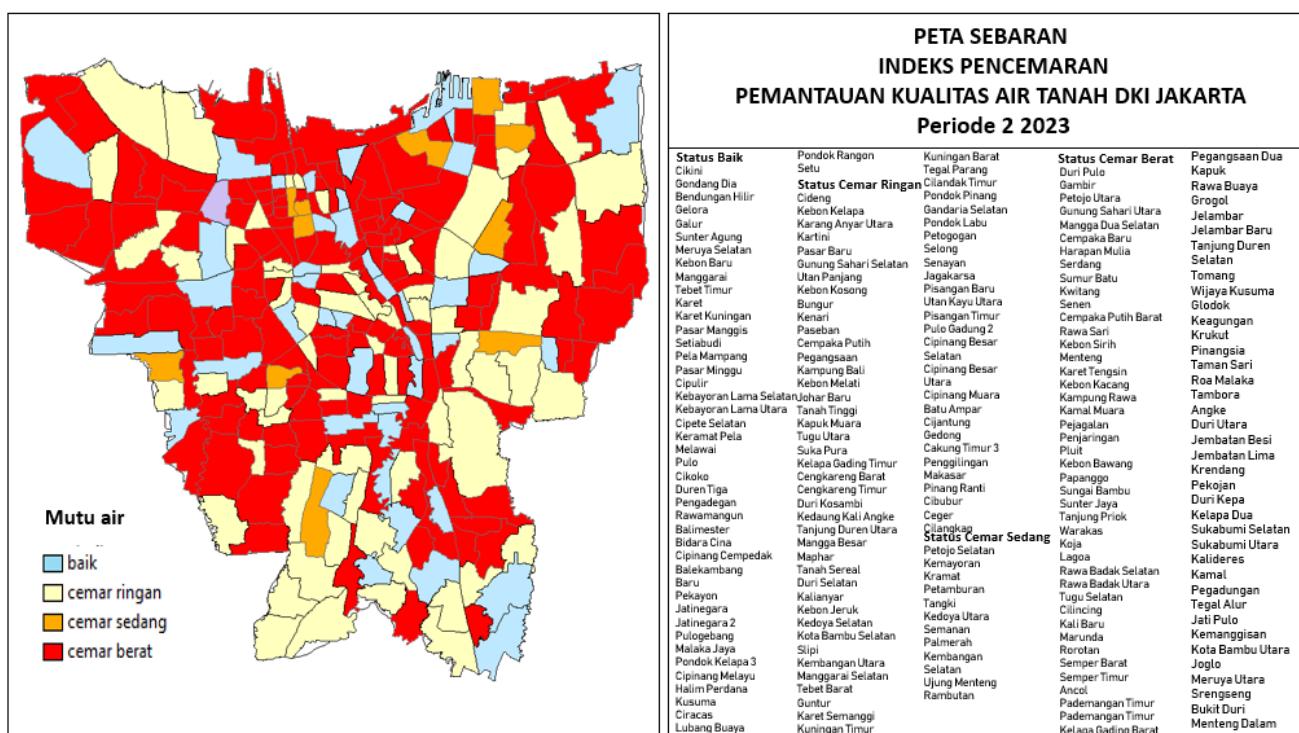
Analisis Indeks Pencemaran Air Tanah Periode 2

Indeks pencemaran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan status mutu air yang mana dalam pemantauan ini menunjukkan tingkat kondisi kualitas air tanah dengan membandingkannya terhadap baku mutu air dengan peruntukan higiene dan sanitasi (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023). Tabel 27 menunjukkan rangkuman hasil evaluasi kualitas air tanah di DKI Jakarta berdasarkan wilayah administrasi kota dengan menggunakan IP.

Tabel 27. Distribusi Indeks Pencemaran pada Air Tanah di DKI Jakarta Berdasarkan Wilayah Administrasi Kota

Wilayah Administrasi	Indeks Pencemaran (IP)			
	Baik	Cemar Ringan	Cemar Sedang	Cemar Berat
Jakarta Barat	1.79%	26.79%	8.93%	62.5%
Jakarta Utara	3.23%	12.9%	0%	83.87%
Jakarta Timur	25.35%	23.94%	2.82%	47.89%
Jakarta Pusat	11.36%	38.64%	9.09%	40.91%
Jakarta Selatan	26.15%	23.08%	0%	50.77%
DKI Jakarta	15.73%	25.47%	4.12%	54.68%

Secara umum dalam lingkup Provinsi DKI Jakarta, hanya 15.73% titik pemantauan yang memiliki IP dengan status baik ($IP < 1$) sedangkan kualitas air tanah pada titik pemantauan didominasi oleh IP dengan status Cemar Berat dengan persentase sebesar 54.68%. Titik pemantauan dengan status Cemar Berat diperoleh pada 3% titik pemantauan.



Gambar 30. Peta IP Air Tanah di DKI Jakarta Periode Agustus 2023

Gambar 30 menyajikan sebaran spasial IP berbasis pada unit wilayah administrasi kelurahan. Wilayah administrasi kota Jakarta Utara merupakan wilayah dengan titik pemantauan yang memiliki proporsi

status IP Cemar Berat terbanyak yaitu 83.87%. Berbeda jauh dengan keempat wilayah kota lain yang berada pada rentang 41%-51%. Pada wilayah Jakarta Pusat, persentase titik pemantauan dengan status Cemar Ringan merupakan yang paling tinggi, yaitu berada pada rentang 38.64%. Jakarta Selatan dan Timur merupakan wilayah administrasi dengan kualitas air tanah paling baik, terindikasi dari persentase titik pemantauan berstatus baik terbanyak, yaitu 26% untuk Jakarta Selatan dan 25% untuk Jakarta Selatan.

Untuk dapat menjelaskan sebaran status IP pada titik pemantauan, dilakukan analisis hubungan antara karakteristik titik pemantauan terhadap status mutu air. Karakteristik titik pemantauan pada analisis ini meliputi jarak dengan tangki septik, kedalaman sumur, umur sumur, dan jenis sumur. Karakteristik titik pemantauan diperoleh melalui observasi lapangan. Dalam rangka simplifikasi analisis, status mutu air direklasifikasi menjadi dua status: baik dan cemar (gabungan dari cemar ringan, sedang, dan berat). Ringkasan dari hasil analisis hubungan antara karakteristik titik pemantauan terhadap status mutu air disajikan pada Tabel 28.

Tabel 28. Analisis Hubungan Karakteristik Titik Pemantauan terhadap Status Mutu Air

Faktor	Kategori	Status IP	
		Baik	Cemar*
Jarak dengan tangki septik	Jarak > 10 m	17%	83%
	Jarak ≤ 10 m	16%	84%
Kedalaman sumur	< 10 m	3%	97%
	> 10 m	15%	85%
Umur sumur	< 20 tahun	18%	82%
	> 20 tahun	15%	85%
Jenis Sumur	Sumur Timba	0%	100%
	Sumur Pompa	17%	83%

*Gabungan cemar ringan, sedang dan berat

Karakteristik titik pemantauan pertama yang dianalisis adalah jarak antara sumur dengan tangki septik. Dalam SNI 2398:2017 Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *flow filter*, kolam sanita) merekomendasikan jarak antara sumur dan tangki septik setidaknya 10 m. Hal ini ditujukan untuk melindungi sumur dari pencemaran limbah domestik apabila terjadi kebocoran. Oleh karenanya secara teoritis, semakin dekat jarak tangki septik dengan sumur, maka akan meningkat risiko pencemaran. Namun Tabel 28 menunjukkan bahwa persentase mutu air baik dan cemar tidak berbeda secara signifikan antara sumur dengan jarak kurang dan lebih

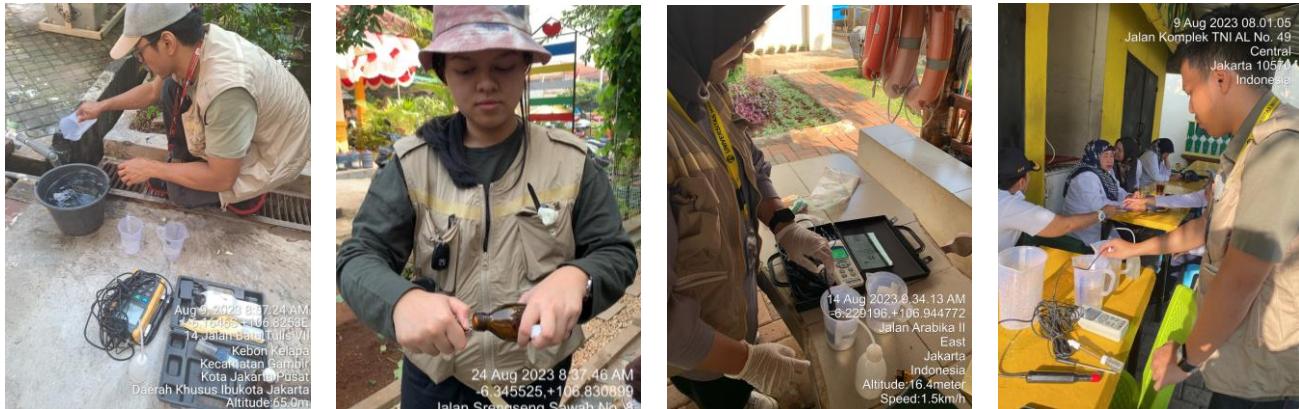
dari 10 m. Hal ini mengindikasikan kemungkinan bahwa jarak sumur dengan tangki septik bukan merupakan faktor signifikan yang menjelaskan sebaran mutu air di DKI Jakarta.

Karakteristik titik pemantauan kedalaman sumur dibagi menjadi 2 kategori yaitu kurang dari 10 meter dan lebih dari 10 meter. Secara teori, semakin dalam muka air sumur, risiko pencemaran akan semakin rendah karena meningkatnya jarak sumur terhadap sumber pencemar. Namun pada Tabel 28 dapat dilihat bahwa persentase mutu air baik dan cemar tidak berbeda secara signifikan antara kedua kategori tersebut. Hal ini mengindikasikan kemungkinan bahwa kedalaman sumur juga bukan merupakan faktor signifikan yang menjelaskan sebaran mutu air di DKI Jakarta pada periode Agustus 2023.

Umur dan jenis sumur merupakan karakteristik titik pemantauan lain yang dianalisis pengaruhnya terhadap kualitas air tanah. Sumur yang lebih tua memiliki risiko pencemaran lebih tinggi karena: 1) struktur pelindung sumur yang kemungkinan sudah rusak dan 2) dispersi pencemar telah mencapai air tanah pada periode waktu yang lama. Serupa dengan umur sumur, jenis sumur juga bisa menjadi faktor yang menentukan mutu air. Jenis sumur timba dengan kedalaman tipikal 0-10 m dan sistem proteksi yang lebih rentan memiliki risiko tercemar yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumur bor yang umumnya lebih dalam (20-40 m) dan relatif lebih terproteksi. Hal-hal tersebut sesuai dengan temuan pemantauan kualitas air tanah pada periode Agustus 2023 di mana di antara sumur dengan umur lebih dari 20 tahun, hanya 15% yang mutunya berstatus baik sedangkan untuk kategori umur kurang dari 20 tahun, persentase titik pemantauan berstatus baik sebesar 17%. Begitu pula, jenis sumur timba yang memiliki mutu air baik hanya sebesar 0%, dibandingkan dengan jenis sumur bor yang memiliki mutu air baik sebesar 16% dari seluruh titik pemantauan.

Tabel 29. Kelurahan dengan Indeks Pencemar Tertinggi dan Terendah di Setiap Wilayah

Kota	IP Tertinggi (cemar berat)		IP Terendah (baik)	
	Kelurahan	Nilai	Kelurahan	Nilai
Jakarta Barat	Meruya Selatan	0.71	Grogol	25.07
Jakarta Pusat	Gondangdia	0.71	Duri Pulo	20.12
Jakarta Selatan	Kebon Baru	0.71	Lebak Bulus	24.56
Jakarta Timur	Rawamangun	0.71	Kayu Manis	16.64
Jakarta Utara	Sunter Agung	0.71	Warakas	24.93

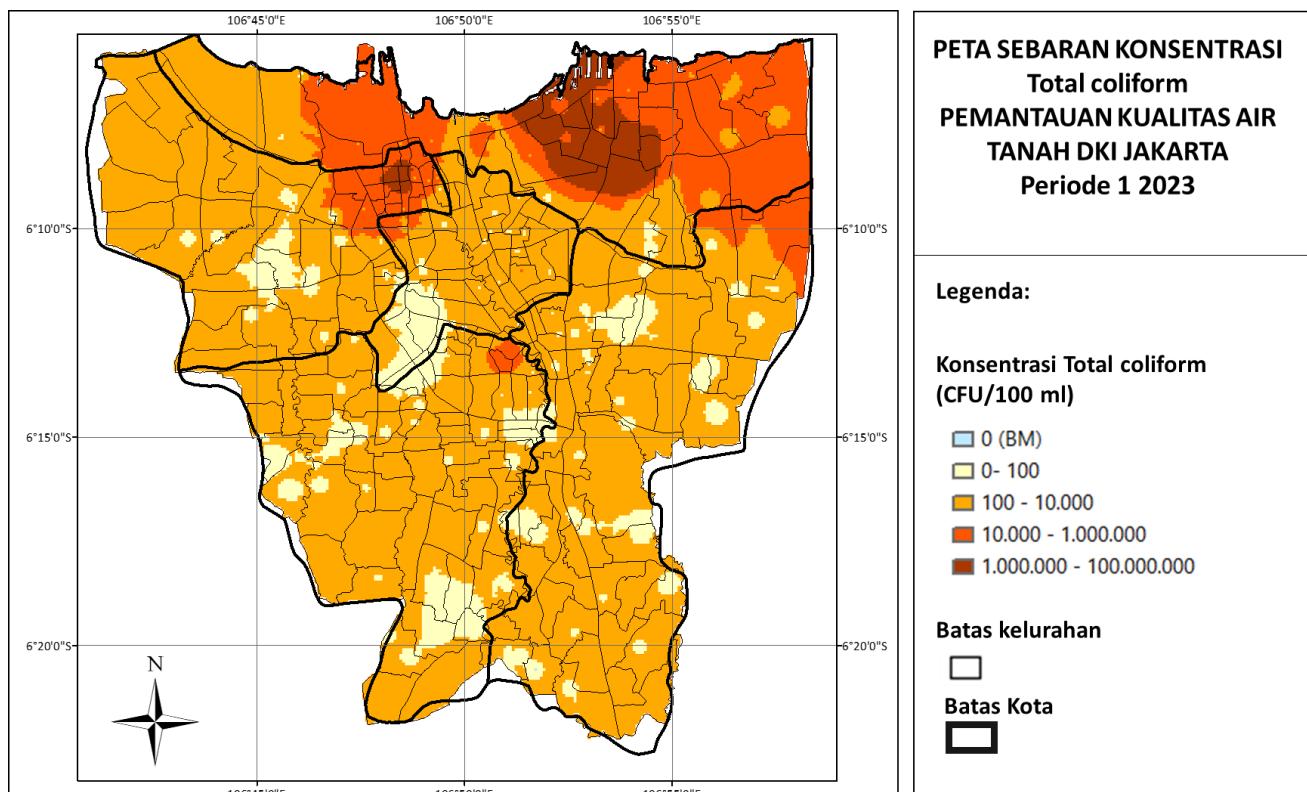


Gambar 31. Dokumentasi Lapangan

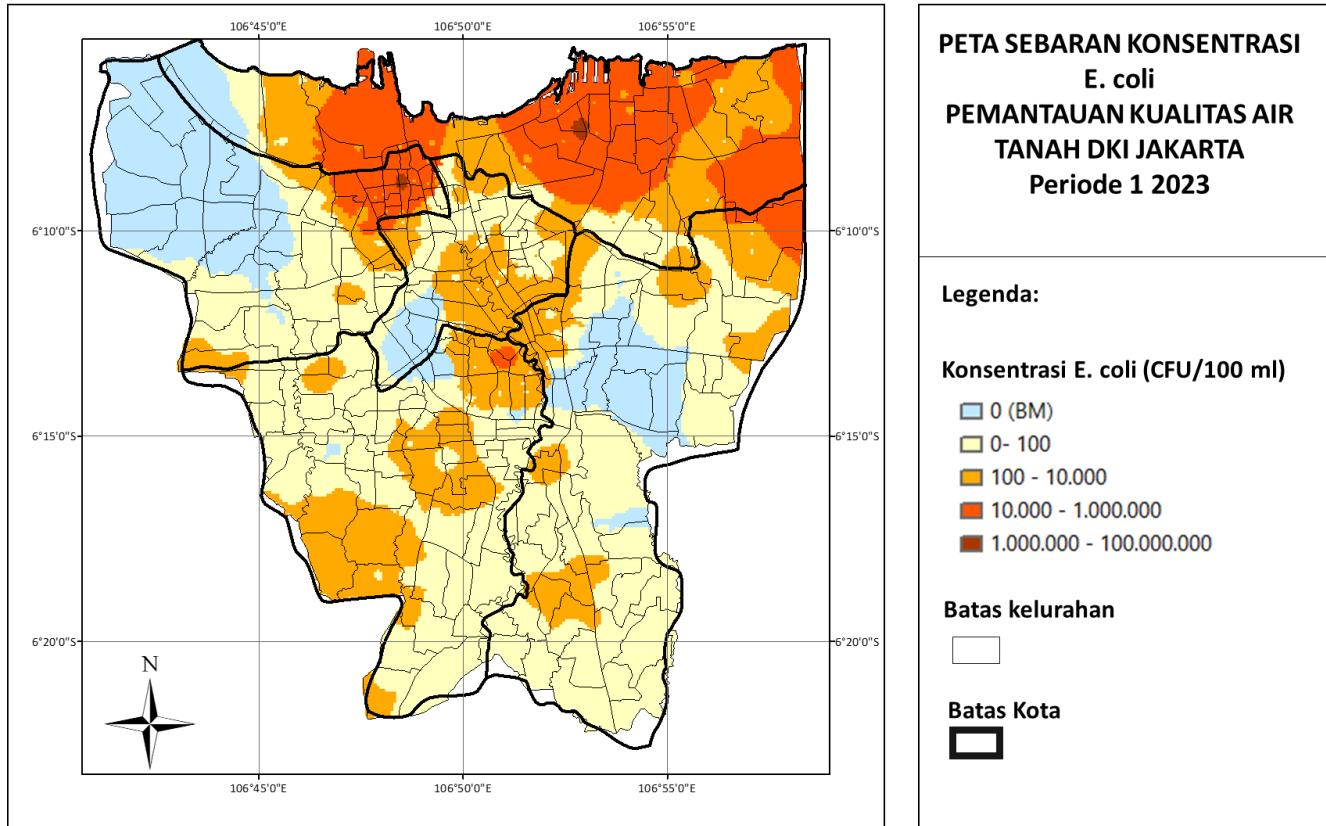
BAB 7 ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL KUALITAS AIR TANAH

Pemetaan Sebaran Spasial Kualitas Air Tanah Periode I

Peta sebaran spasial total koliform pada air tanah di DKI Jakarta Periode 1 ditunjukkan pada Gambar 32. Sebagaimana terlihat pada peta tersebut, luas area yang kualitas air tanahnya memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi (warna biru) relatif sangat kecil dan umumnya tersebar di wilayah Jakarta Selatan dan Barat. Di sisi lain area dengan konsentrasi total koliform pada rentang 500,000-50,000,000 CFU/100 ml (merah) relatif besar dan tersebar terutama di wilayah Jakarta Utara dan Timur. Pola spasial yang sama juga diperoleh dari peta sebaran spasial konsentrasi E. coli pada air tanah di DKI Jakarta sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 33. Wilayah Jakarta Selatan dan Barat merupakan wilayah dengan konsentrasi E. coli yang lebih rendah dan sebaliknya konsentrasi E. coli pada air tanah di Wilayah Jakarta Timur dan Utara relatif lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lain.



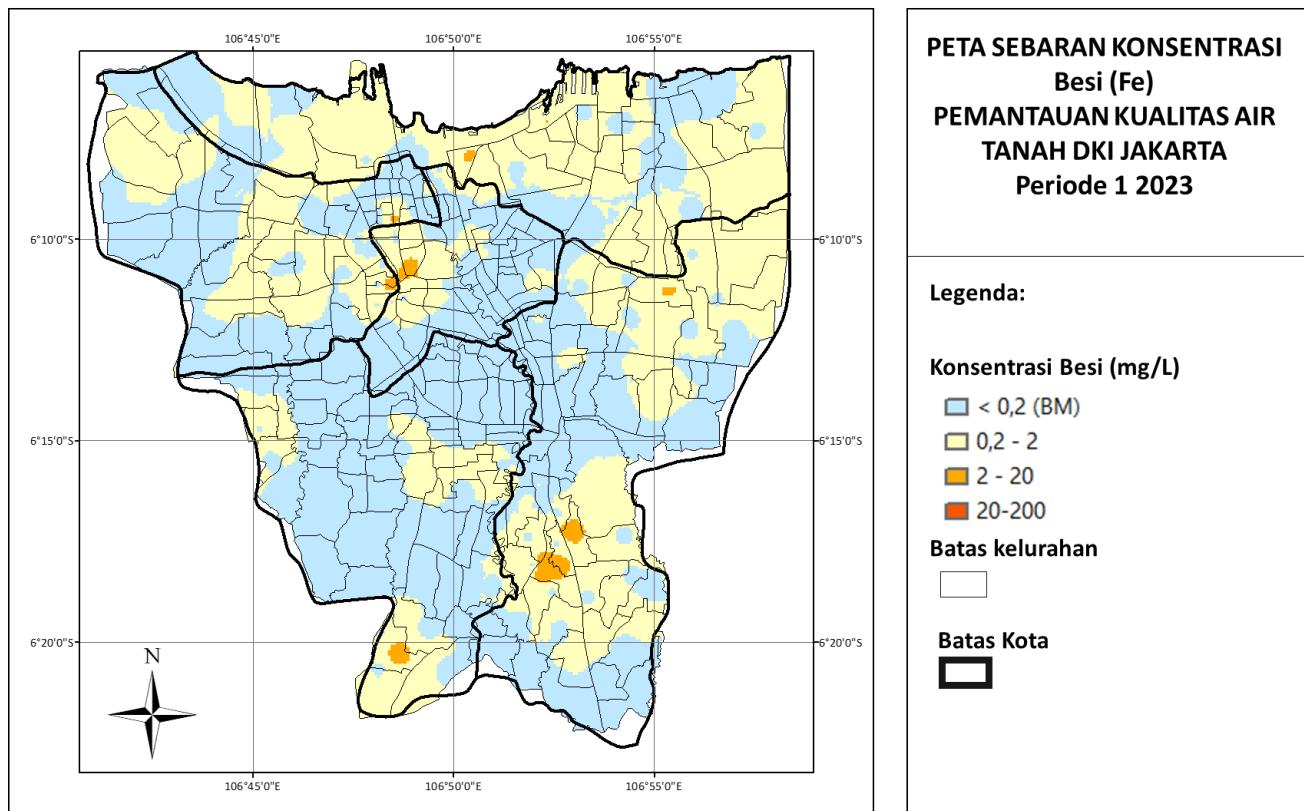
Gambar 32. Peta Sebaran Konsentrasi Total Koliform pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1



Gambar 33. Peta Sebaran Konsentrasi *E. coli* pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1

Tingginya konsentrasi total koliform pada wilayah – wilayah di DKI Jakarta mungkin dikarenakan kurangnya akses sanitasi di wilayah tersebut. Salah satunya pada Jakarta Utara yang mana merupakan wilayah dengan akses sanitasi layak terendah di antara wilayah lainnya di DKI Jakarta. Selain itu, pada wilayah ini juga masih terdapat daerah yang tidak memiliki akses MCK. Kondisi lain yang menyebabkan konsentrasi total koliform di wilayah DKI Jakarta tinggi yaitu dikarenakan kepadatan penduduk yang tinggi. Pada tahun 2020, DKI Jakarta memiliki kepadatan penduduk sebesar 16.882 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, 2020a). Tingginya kepadatan penduduk ini saling berkaitan dengan akses sanitasi di DKI Jakarta, dimana terjadinya keterbatasan akses sanitasi akibat tingginya kepadatan penduduk. Selain mempengaruhi keterbatasan akses sanitasi, kepadatan penduduk juga dapat menyebabkan jarak antara sumur dan tangki septik pada setiap rumah berdekatan, yang mana kurang dari 10 meter. Hal ini berisiko terjadinya pencemaran air tanah pada sumur. Hal ini disebutkan pula dalam penelitian Mahmud (2021), di mana faktor yang menyebabkan tingginya bakteri koliform di air tanah ialah jarak antara sumur dan tangki septik kurang dari 10 meter yang didukung dengan kurangnya

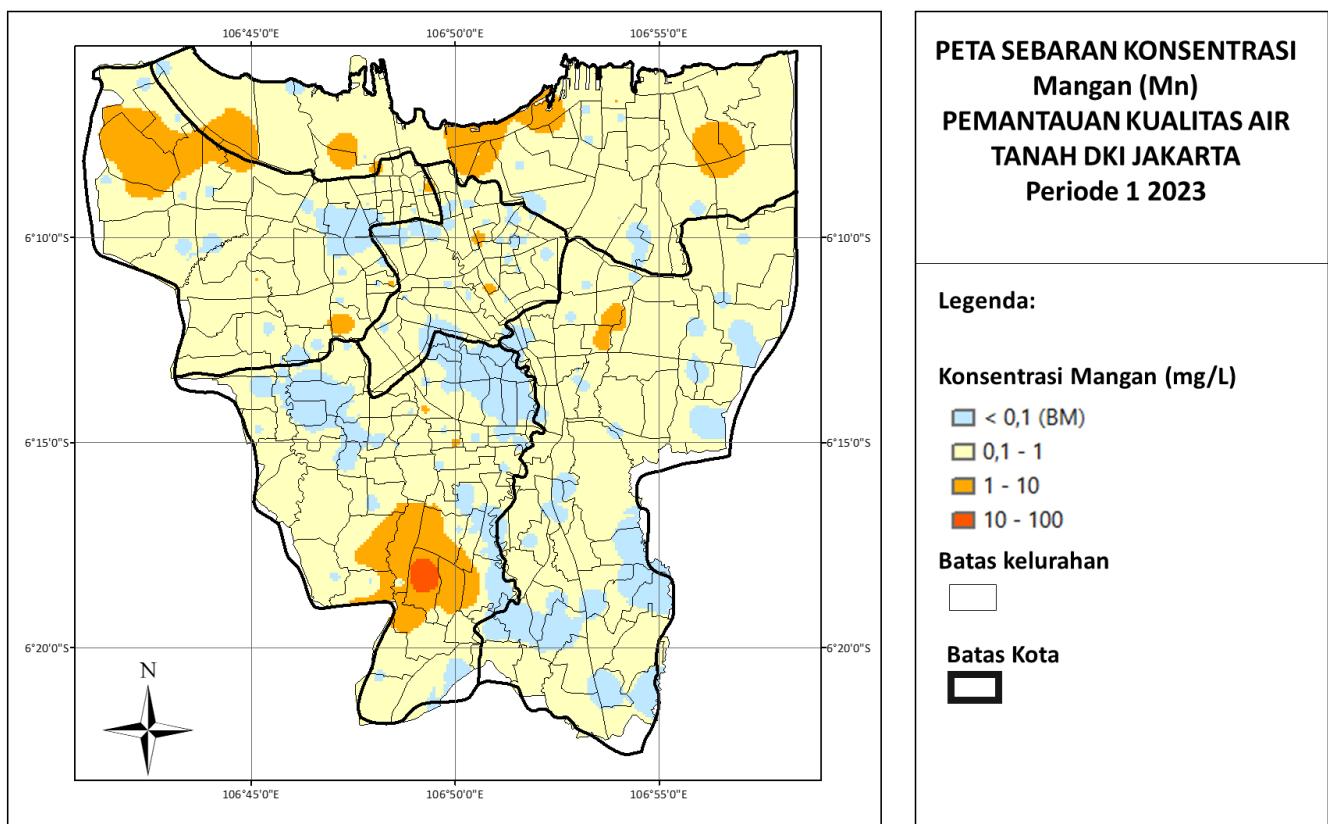
kebersihan di sekitar sumur dan keretakan pada sumur. Selain itu, banyaknya pencemaran yang terjadi secara tidak sengaja pun dapat menyebabkan tingginya bakteri koliform di air tanah, seperti kembalinya air buangan ke dalam sumur secara langsung atau melalui tempat yang bocor dan celah tanah. Adapun dalam penelitian Marwati (2008) menyebutkan faktor lingkungan fisik sumur seperti adanya genangan air di sekitar sumur serta temperatur lingkungan dan air yang mendekati optimal di wilayah sekitar mempengaruhi pertumbuhan bakteri koliform itu sendiri. Oleh karenanya, analisis kuantitatif lebih lanjut perlu dilakukan dengan mengaitkan sebaran spasial kedua parameter ini dengan sebaran pemukiman kampung tidak teratur, intrusi air laut, risiko banjir dan *land subsidence*.



Gambar 34. Peta Sebaran Konsentrasi Besi pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1

Gambar 34 dan 35 menunjukkan peta sebaran spasial konsentrasi besi dan mangan pada air tanah di DKI Jakarta Periode 1. Sebagian besar konsentrasi mangan pada air tanah di DKI Jakarta memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi kecuali pada wilayah Jakarta Barat dan sebagian wilayah Jakarta Utara. Hal ini tampak dari dominasi warna biru pada sebagian besar wilayah DKI Jakarta terutama bagian timur, selatan dan pusat dan warna kuning-merah yang tampak pada wilayah barat. Besi dan mangan biasanya hadir pada badan air berasal dari sumber alam, seperti tanah dan batuan,

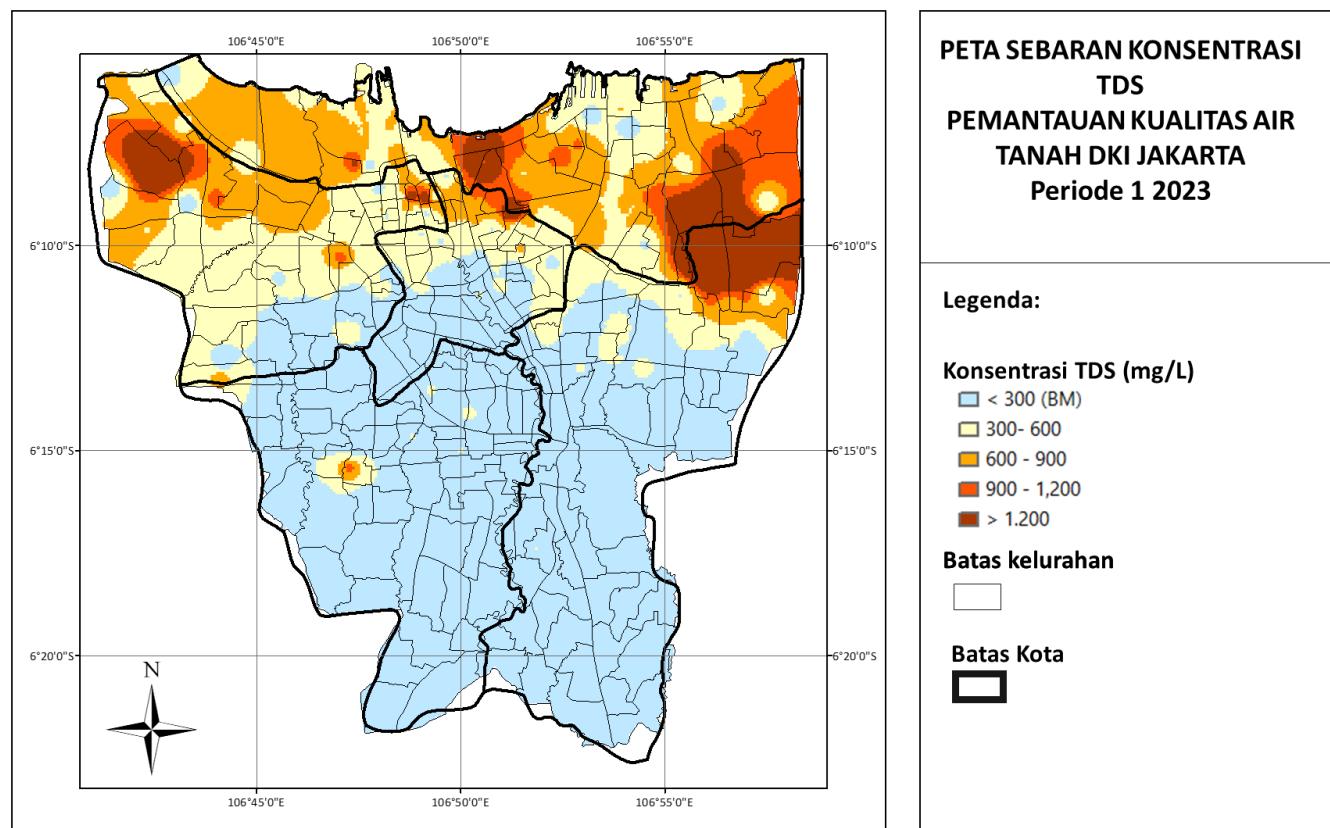
dan aktivitas manusia, seperti air limbah industri dan eksplorasi air tanah yang berlebihan, dan pada akhirnya dapat mencemari air tanah. Kehadiran logam ini dihindari dalam air bersih karena menyebabkan berbagai permasalahan seperti estetika, kerusakan jaringan distribusi, dan masalah kesehatan. Dari segi estetika, Fe dan Mn menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada air. Ekstraksi air tanah dapat menghasilkan endapan Fe dan Mn yang berwarna coklat kemerahan yang tidak diinginkan. Logam ini juga dapat terakumulasi di sistem perpipaan dan menyebabkan *scaling* pada pipa. Pengendapannya di dalam pipa mengurangi tekanan aliran air dan akhirnya merusak pipa. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa masalah non-karsinogenik yang merugikan, seperti gangguan sistem saraf, dan masalah pernapasan, neurologis, dan pencernaan, terutama pada orang dewasa, dapat timbul dari paparan Fe dan Mn (Rusydi et al., 2021).



Gambar 35. Peta Sebaran Konsentrasi Mangan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1

Peta sebaran spasial nilai TDS pada air tanah di DKI Jakarta Periode 1 ditunjukkan pada Gambar 36. Sebagaimana terlihat pada peta tersebut, area berwarna biru mendominasi area DKI Jakarta di mana mengindikasikan sebagian besar nilai TDS air tanah di DKI Jakarta memenuhi baku mutu peruntukan

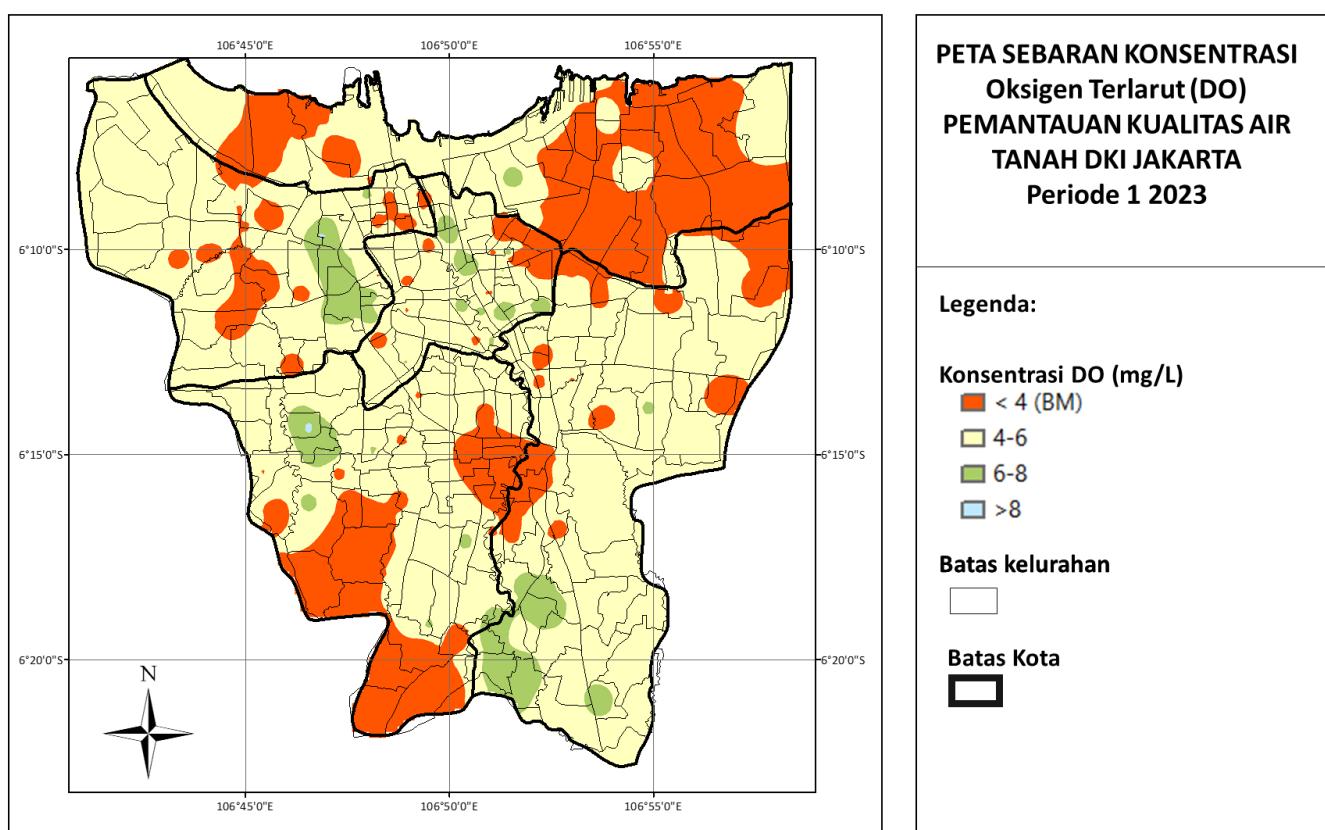
air higiene dan sanitasi. Wilayah dengan TDS tinggi terkumpul pada wilayah Jakarta Utara. TDS menggambarkan semua elemen baik dan buruk dalam air termasuk zat organik dan anorganik seperti mineral, garam, logam, kation, atau anion yang terlarut dalam air. TDS dan salinitas air merupakan dua parameter kualitas air yang memiliki asosiasi kuat. Air tanah pada wilayah pesisir di Jakarta Barat, Jakarta Utara dan Jakarta Timur memiliki salinitas yang tinggi, tampak dari *range* warna hijau-kuning-merah yang tampak pada wilayah pesisir tersebut. Pada sebagian area di Jakarta Barat dan Timur memiliki air tanah dengan salinitas lebih dari 1% di mana mengindikasikan air tersebut sudah berada pada level *saline*.



Gambar 36. Peta Sebaran Nilai TDS pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1

Pada subbab 5.1, dijelaskan bahwa DO dan salinitas merupakan parameter yang relatif sering ditemukan tidak memenuhi baku mutu pada titik pemantauan. Namun, kedua parameter tersebut tidak tercermin dalam status IP karena baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 tidak mengatur parameter DO dan salinitas. Oleh karenanya, analisis spasial ini juga dilakukan untuk kedua parameter untuk dianalisis pola sebaran spasialnya. Gambar 39 menunjukkan peta sebaran spasial konsentrasi DO pada air tanah di DKI Jakarta Periode 1 dengan menggunakan baku

mutu PP No. 22 Tahun 2021 kelas 2, 4 mg/L. Sebagian besar titik pemantauan telah memenuhi baku mutu DO tercermin dengan dominasi warna kuning (4-6 mg/L) pada wilayah DKI Jakarta secara keseluruhan. Sebagian titik pemantauan pada wilayah Jakarta Barat, Utara dan Timur tampak mengandung konsentrasi DO yang rendah dimana menjadi indikasi pencemaran organik, surfaktan dan mikrobiologis. Lebih lanjut lagi, sebagian wilayah dengan pH rendah (Gambar 37) dengan DO rendah tampak beririsan sehingga mengindikasikan adanya asosiasi antara pH dan DO. Perlu menjadi catatan bahwa apabila baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 kelas 1 (6 mg/L) digunakan, maka hampir seluruh titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu air baku air minum, padahal masih banyak penggunaan air tanah sebagai air minum.

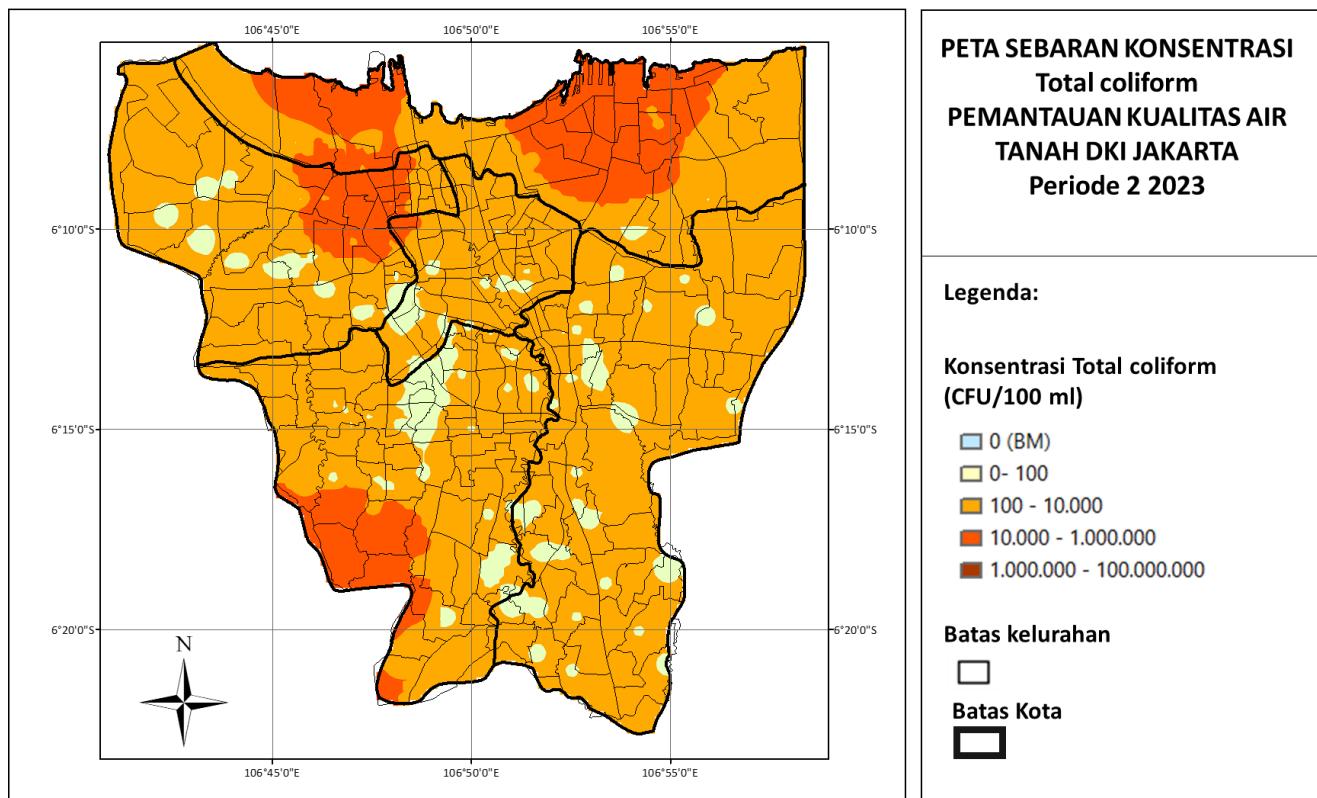


Gambar 37. Peta Sebaran Konsentrasi DO pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 1

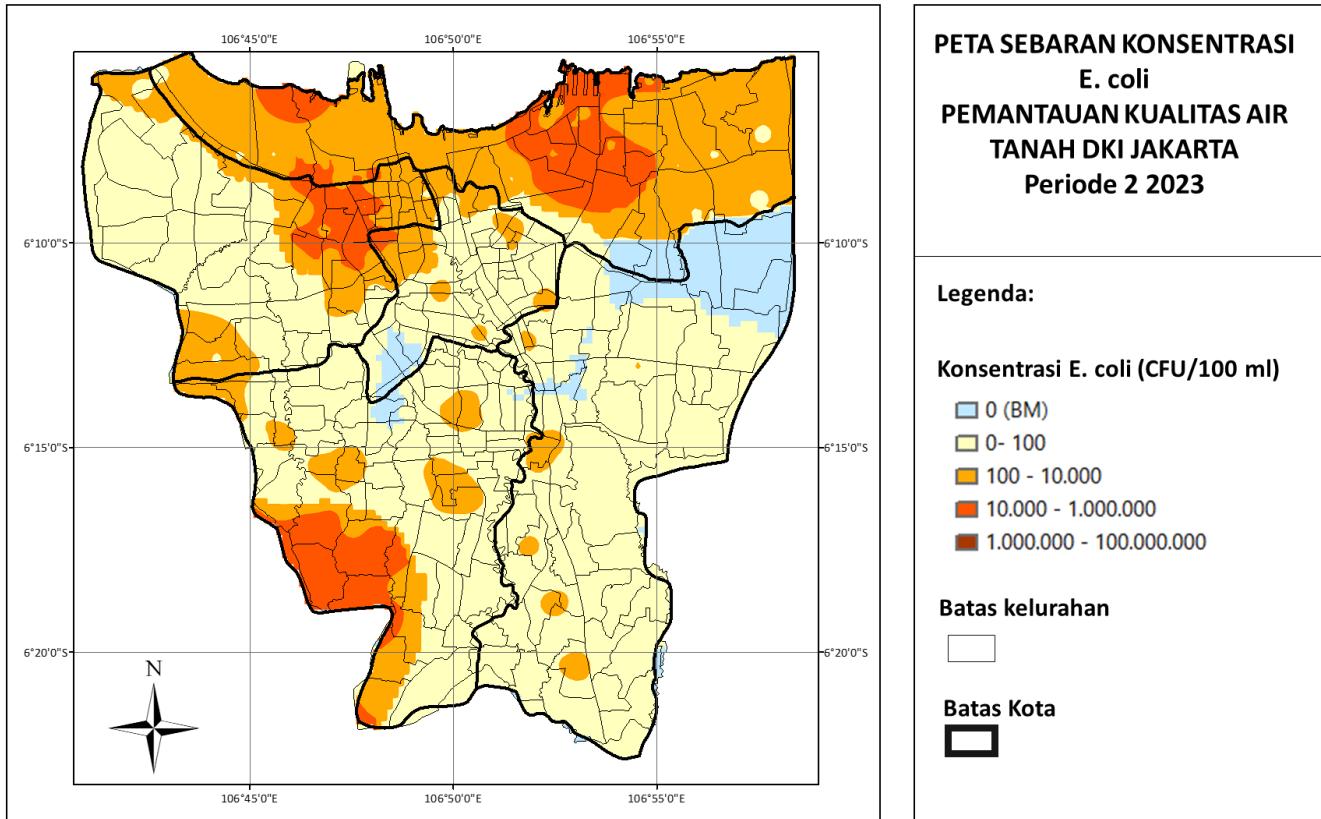
Pemetaan Sebaran Spasial Kualitas Air Tanah Periode 2

Peta sebaran spasial total coliform pada air tanah di DKI Jakarta pada pemantauan periode 2 ditunjukkan pada Gambar 38. Sebagaimana terlihat pada peta tersebut, luas area yang kualitas air

tanahnya memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi (warna biru) hampir tidak ada akibat pengetatan baku mutu baru. Konsentrasi total coliform yang relatif rendah umumnya tersebar di wilayah Jakarta Pusat, Selatan dan Timur. Di sisi lain area dengan konsentrasi total coliform relatif besar dan tersebar terutama di wilayah Jakarta Pusat dan Barat. Pola spasial yang sama juga diperoleh dari peta sebaran spasial konsentrasi E. coli pada air tanah di DKI Jakarta sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 39. Sebagian wilayah Jakarta Pusat, Selatan dan Timur merupakan wilayah dengan konsentrasi E. coli yang lebih rendah. Dibandingkan dengan sebaran total coliform dan E. Coli pada periode pemantauan 1, diperoleh peningkatan luasan area dengan konsentrasi total coliform dan E. Coli. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan musim kemarau panjang yang membuat konsentrasi pencemar menjadi lebih pekat.

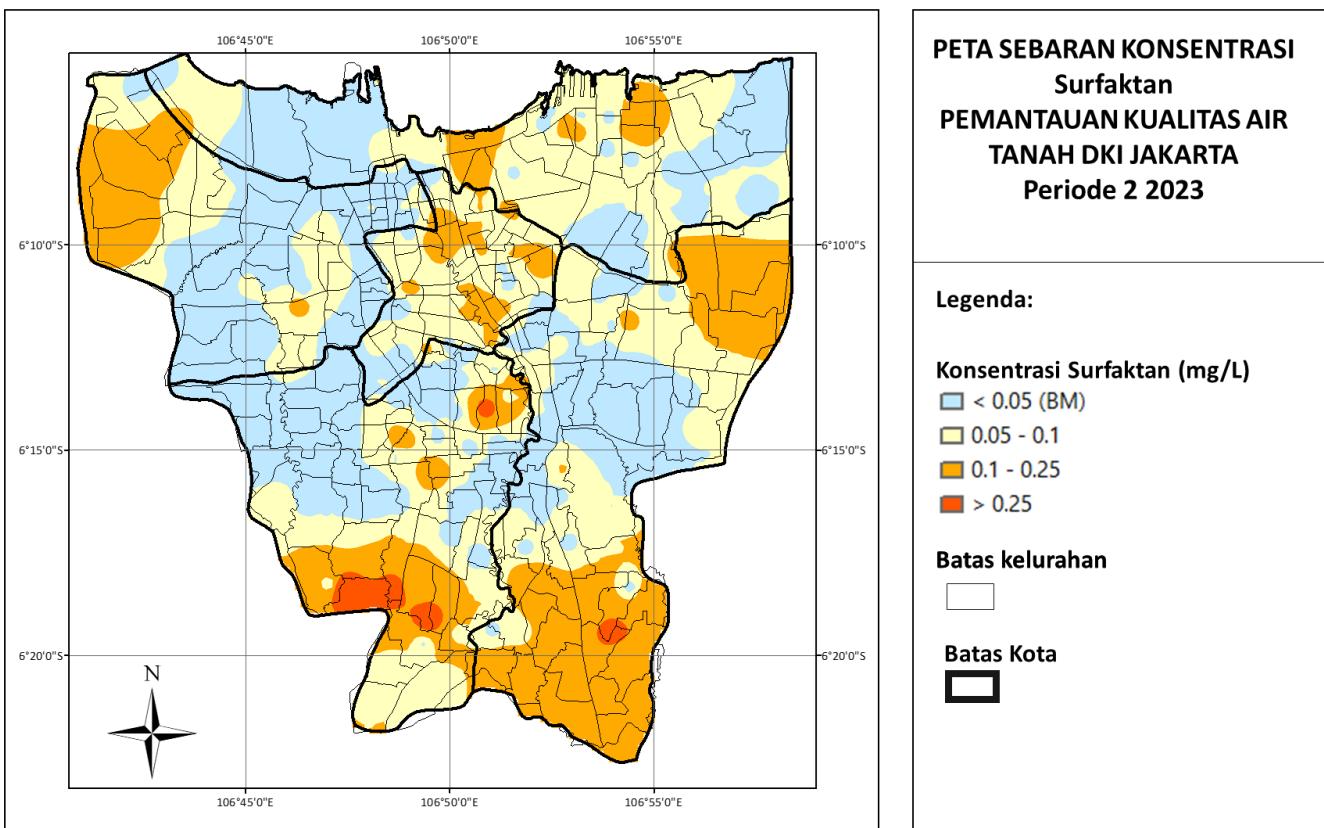


Gambar 38. Peta Sebaran Konsentrasi Total Koliform pada Air Tanah di DKI Jakarta periode 2



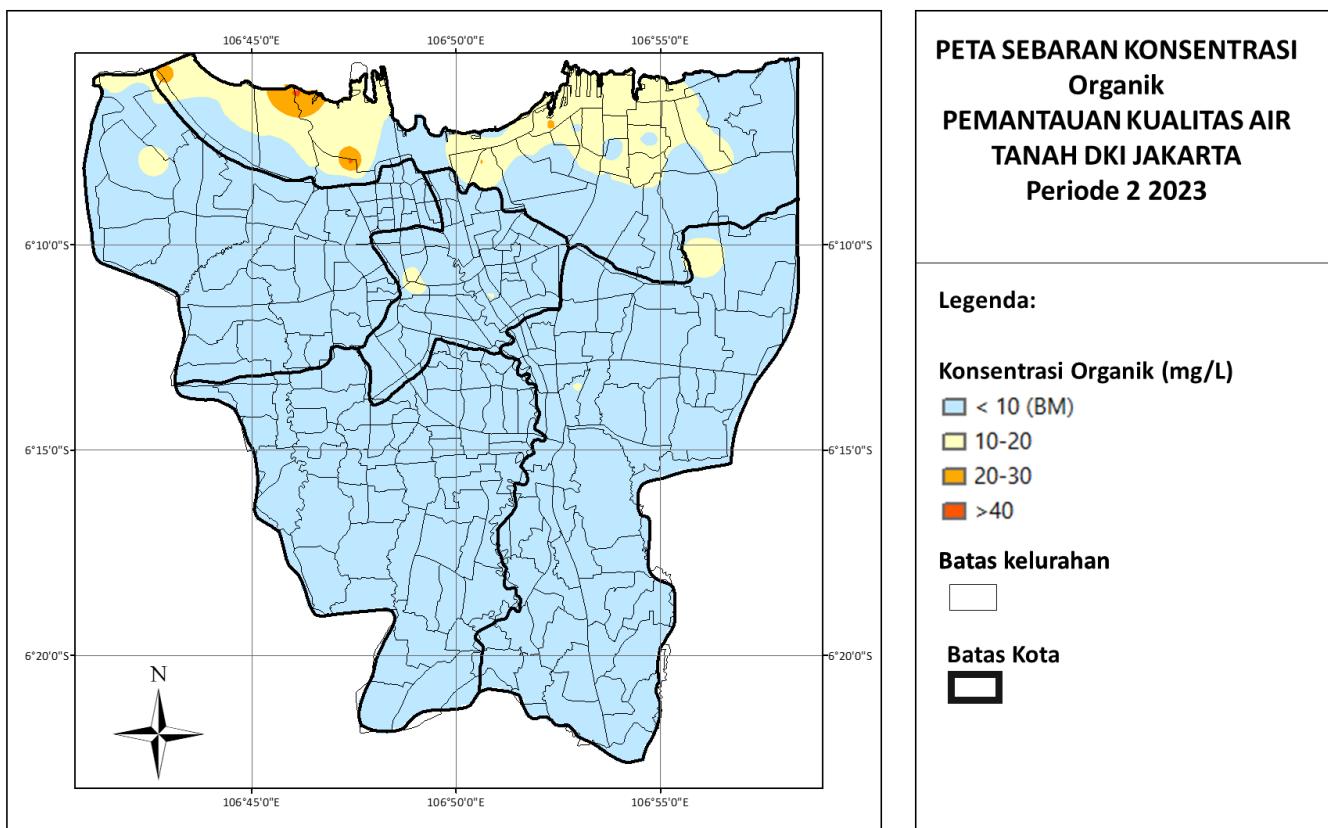
Gambar 39. Peta Sebaran Konsentrasi *E. coli* pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

Dengan perubahan iklim yang menyebabkan curah hujan lebih tinggi dan periode kemarau (IPCC 2021), terdapat kebutuhan mendesak untuk mempertimbangkan variabilitas musiman dan pengaruhnya terhadap kontaminasi *E. coli* serta meningkatkan kebutuhan pemantauan jangka panjang melalui pengujian air yang lebih terencana dan strategis untuk menginformasikan keamanan air minum (Nijhawan & Howard 2022). Pada suatu studi di Kota Bekasi dan Metro, Lampung, menunjukkan hasil yang beragam terkait hubungan antara musim dan konsentrasi total coliform dan *E. Coli* pada air. Konsentrasi *E. coli* yang tinggi (≥ 100 MPN per 100 mL) secara signifikan lebih mungkin terjadi pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau di Bekasi ($p = 0,050$), tetapi pola yang sama tidak ditemukan di Metro ($p = 0,694$).



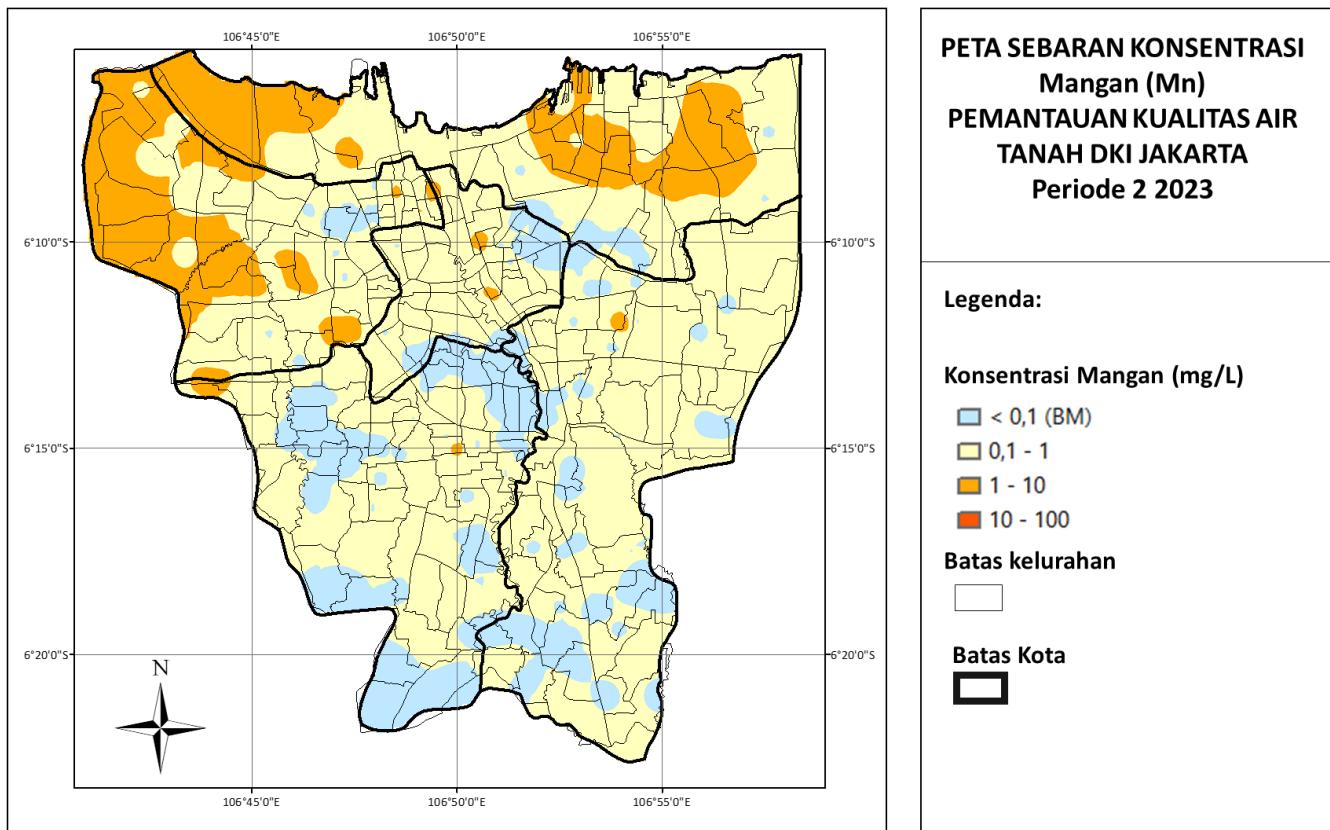
Gambar 40. Peta Sebaran Konsentrasi Surfaktan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

Peta sebaran spasial konsentrasi surfaktan pada air tanah di DKI Jakarta Periode 2 ditunjukkan pada Gambar 40. Sebagaimana terlihat pada peta tersebut, area berwarna biru mendominasi area DKI Jakarta di mana mengindikasikan sebagian besar kualitas air tanah di DKI Jakarta memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi. Namun demikian konsentrasi surfaktan yang relatif tinggi ditemukan terutama untuk wilayah Jakarta Selatan dan Pusat. Studi hubungan struktur-aktivitas kuantitatif (QSAR) menunjukkan bahwa toksisitas surfaktan meningkat seiring dengan panjang rantai alkil dalam kelas surfaktan. Surfaktan anionik telah diamati menginduksi respon inflamasi dan stres oksidatif. Dalam sebuah penelitian untuk mengevaluasi efek toksik *in vivo* dari natrium dodesil sulfat dan setilpiridinium klorida (surfaktan kationik) pada *Tubifex tubifex*, diamati bahwa organisme tersebut menunjukkan perubahan dalam parameter stres oksidatif seperti katalase, peroksidasi lipid, glutathione peroksidase, dll. juga telah dilaporkan terakumulasi secara hayati dalam mikroalga hijau, diatom, dan krustasea.



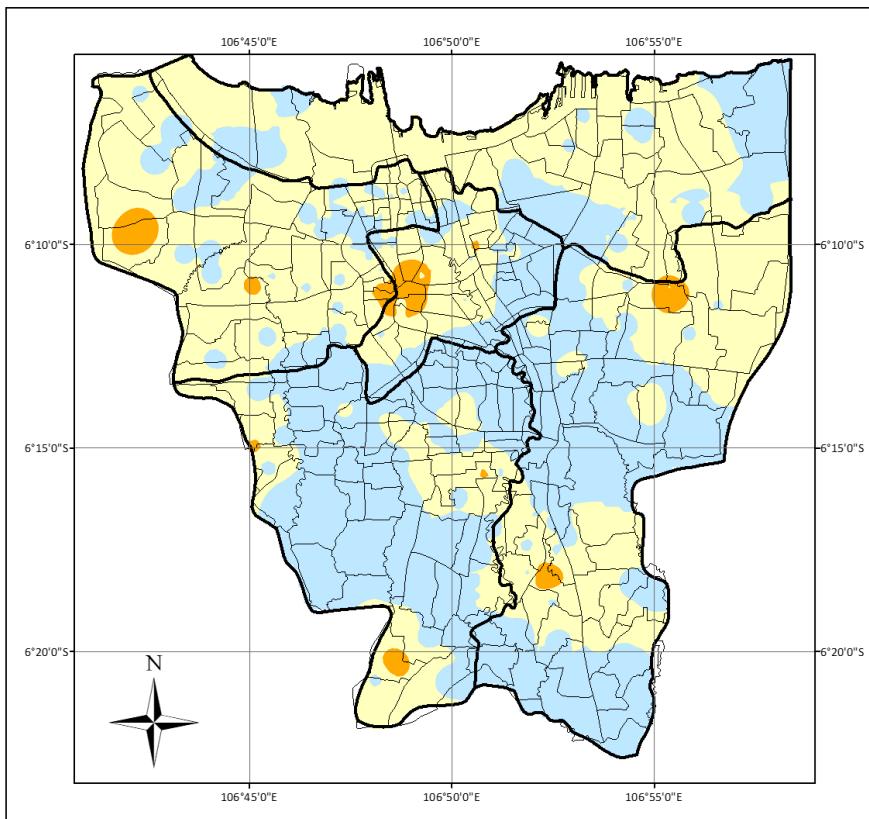
Gambar 41 Peta Sebaran Konsentrasi Organik pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

Gambar 41 menunjukkan peta sebaran konsentrasi organik Periode 2 pada air tanah di periode pemantauan 2. Sebagian besar air tanah di wilayah DKI Jakarta memiliki kandungan konsentrasi pencemar organik yang rendah. Namun demikian, pencemar organik dengan konsentrasi di atas baku mutu ditemukan pada wilayah Jakarta Utara. Beragam senyawa organik sintetik digunakan oleh masyarakat dalam jumlah besar untuk berbagai tujuan termasuk produksi dan pengawetan makanan, proses industri manufaktur, serta untuk kesehatan manusia dan hewan. Dalam beberapa dekade terakhir, terdapat peningkatan perhatian terhadap keberadaan, nasib lingkungan, dan potensi toksitas zat-zat yang disebut sebagai ‘kontaminan mikro-organik’ di lingkungan darat dan perairan. Kontaminasi sumber daya air tanah oleh mikro-organik semakin mengkhawatirkan dan kurang dipahami dibandingkan dengan pencemaran mikro-organik pada sumber daya air tawar lainnya.



Gambar 42. Peta Sebaran Konsentrasi Mangan pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

Gambar 42 dan 43 menunjukkan peta sebaran spasial konsentrasi mangan dan besi Periode 2 pada air tanah di DKI Jakarta. Sebagian besar konsentrasi besi pada air tanah di DKI Jakarta memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi kecuali pada wilayah Jakarta Barat dan wilayah Jakarta Utara. Sedangkan sebagian besar konsentrasi mangan pada air tanah di DKI Jakarta tidak memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi terutama pada wilayah Jakarta Barat dan wilayah Jakarta Utara. Hal ini tampak dari dominasi warna biru pada sebagian besar wilayah DKI Jakarta terutama bagian timur, selatan dan pusat dan warna kuning-merah yang tampak pada wilayah utara peta. Apabila dibandingkan dengan sebaran besi dan mangan pada periode pemantauan 1, dapat diamati bahwa pengurangan luasan area dimana konsentrasi besi dan mangan memenuhi baku mutu kualitas air tanah. Konsentrasi besi dan mangan terlarut dalam air tanah dapat bervariasi tergantung musim pada sumur tertentu. Biasanya, variasi ini dikaitkan dengan infiltrasi air beroksigen dari permukaan selama periode musim hujan. Air beroksigen ini akan mencegah larutnya besi dan mangan dan air yang dipompa dari sumur akan memiliki konsentrasi logam-logam ini yang rendah.



**PETA SEBARAN KONSENTRASI
Besi (Fe)
PEMANTAUAN KUALITAS AIR
TANAH DKI JAKARTA
Periode 2 2023**

Legenda:

Konsentrasi Besi (mg/L)

- < 0,2 (BM)
- 0,2 - 2
- 2 - 20
- 20-200

Batas kelurahan

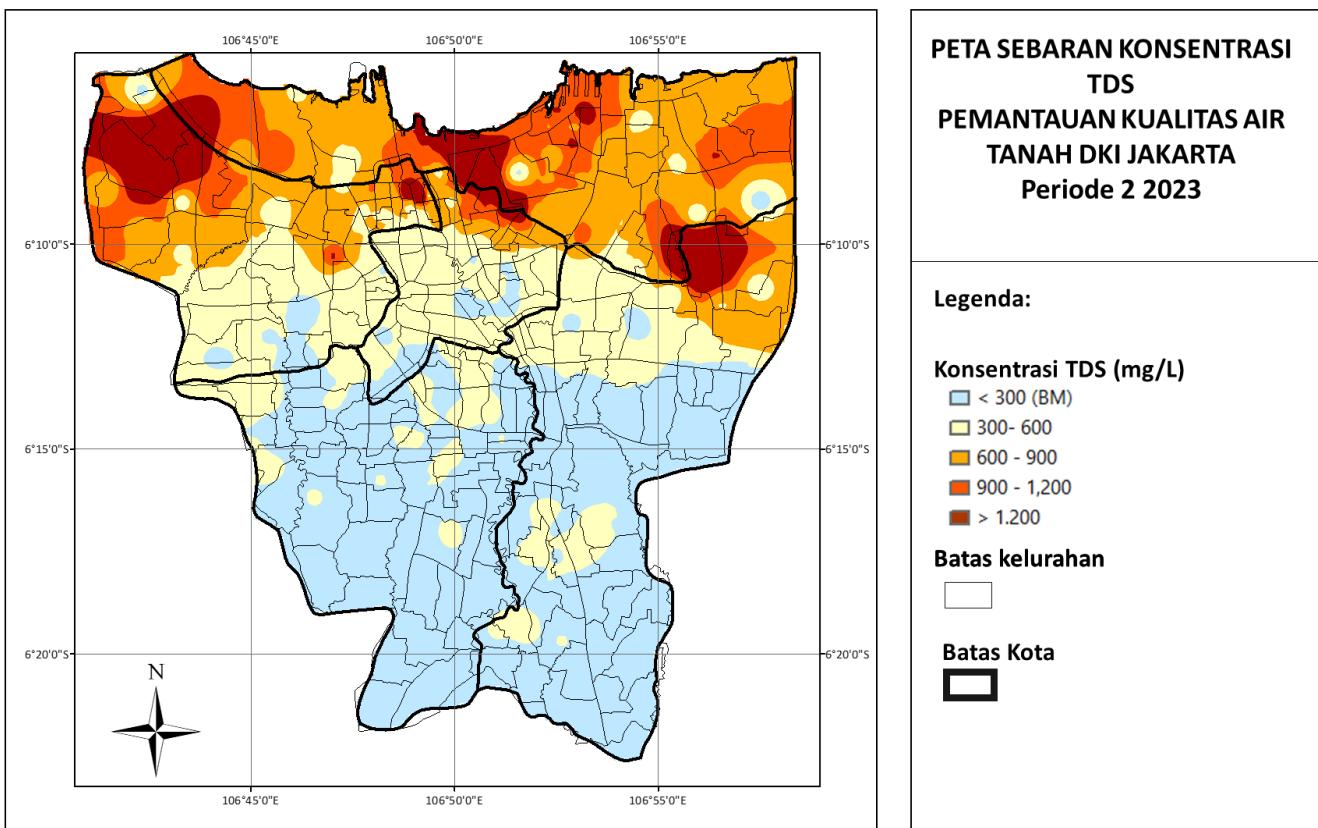


Batas Kota



Gambar 43 Peta Sebaran Konsentrasi Besi pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

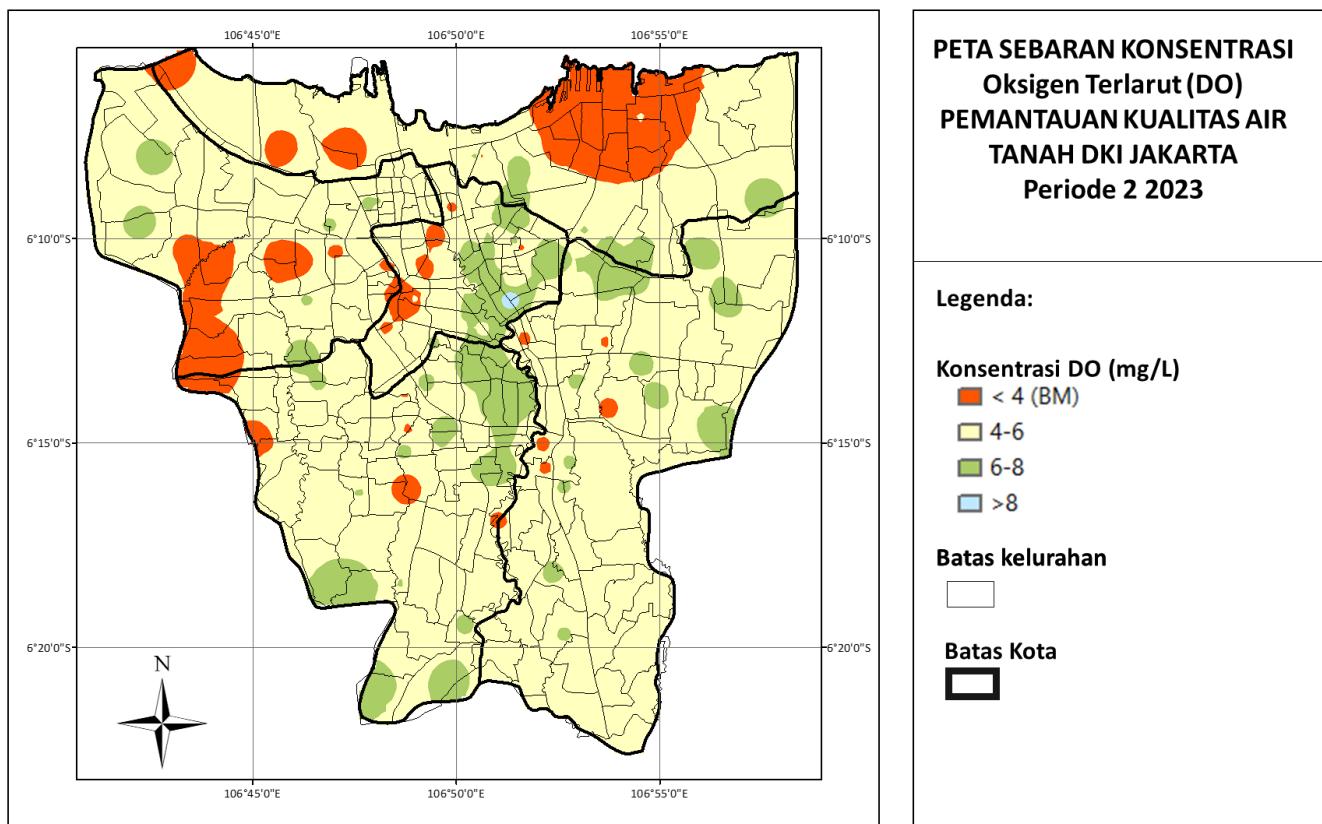
Peta sebaran spasial nilai TDS pada air tanah di DKI Jakarta Periode 2 ditunjukkan pada Gambar 44. Sebagaimana terlihat pada peta tersebut, area berwarna biru mendominasi area Jakarta Selatan dan Jakarta Timur bagian selatan di mana mengindikasikan sebagian besar konsentrasi TDS air tanah memenuhi baku mutu peruntukan air higiene dan sanitasi. Sebagaimana ditunjukkan pada sebaran spasial periode 1, tidak ada perbedaan signifikan antara pola sebaran pada kedua periode. Namun demikian, terdapat peningkatan luasan wilayah warna merah dimana menggambarkan terdapat peningkatan konsentrasi TDS pada air tanah. Pada periode 2 (musim kemarau), tingginya konsentrasi TDS di wilayah Jakarta Utara dapat disebabkan pengaruh air laut dimana terdapat assosiasi tinggi antara TDS dan salinitas. Pada musim kemarau, muka air tanah umumnya mengalami penurunan dan menyebabkan masuknya air laut ke air tanah dangkal.



Gambar 44. Peta Sebaran Nilai TDS pada Air Tanah di DKI Jakarta Periode 2

Gambar 45 menunjukkan peta sebaran spasial konsentrasi DO Periode 2 pada air tanah di DKI Jakarta dengan menggunakan baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 kelas 2, 4 mg/L. Sebagian besar titik pemantauan telah memenuhi baku mutu DO tercermin dengan dominasi warna kuning (4-6 mg/L) pada wilayah DKI Jakarta secara keseluruhan. Sebagian titik pemantauan pada wilayah Jakarta Utara dan Barat tampak mengandung konsentrasi DO yang rendah di mana menjadi indikasi pencemaran organik, surfaktan dan mikrobiologis. Perlu menjadi catatan bahwa apabila baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 kelas 1 (6 mg/L) digunakan, maka hampir seluruh titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu air baku air minum, padahal terdapat penggunaan air tanah sebagai air minum. Apabila dibandingkan dengan periode 1, terdapat peningkatan konsentrasi DO pada periode 2. Semakin dingin air, semakin banyak oksigen yang dapat terlarut di dalam air. Oleh karena itu, konsentrasi DO di suatu lokasi biasanya lebih tinggi pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau. Namun demikian, konsentrasi DO juga dipengaruhi keberadaan senyawa organik dan amoniak yang mana biasanya

terkandung di air limbah domestik. Keberadaan senyawa organik dan amoniak akan mengurangi konsentrasi DO akibat penggunaan oksigen untuk reaksi degradasi organik dan nitrifikasi amoniak.



Gambar 45. Peta Sebaran Konsentrasi DO pada Air Tanah di DKI Jakarta

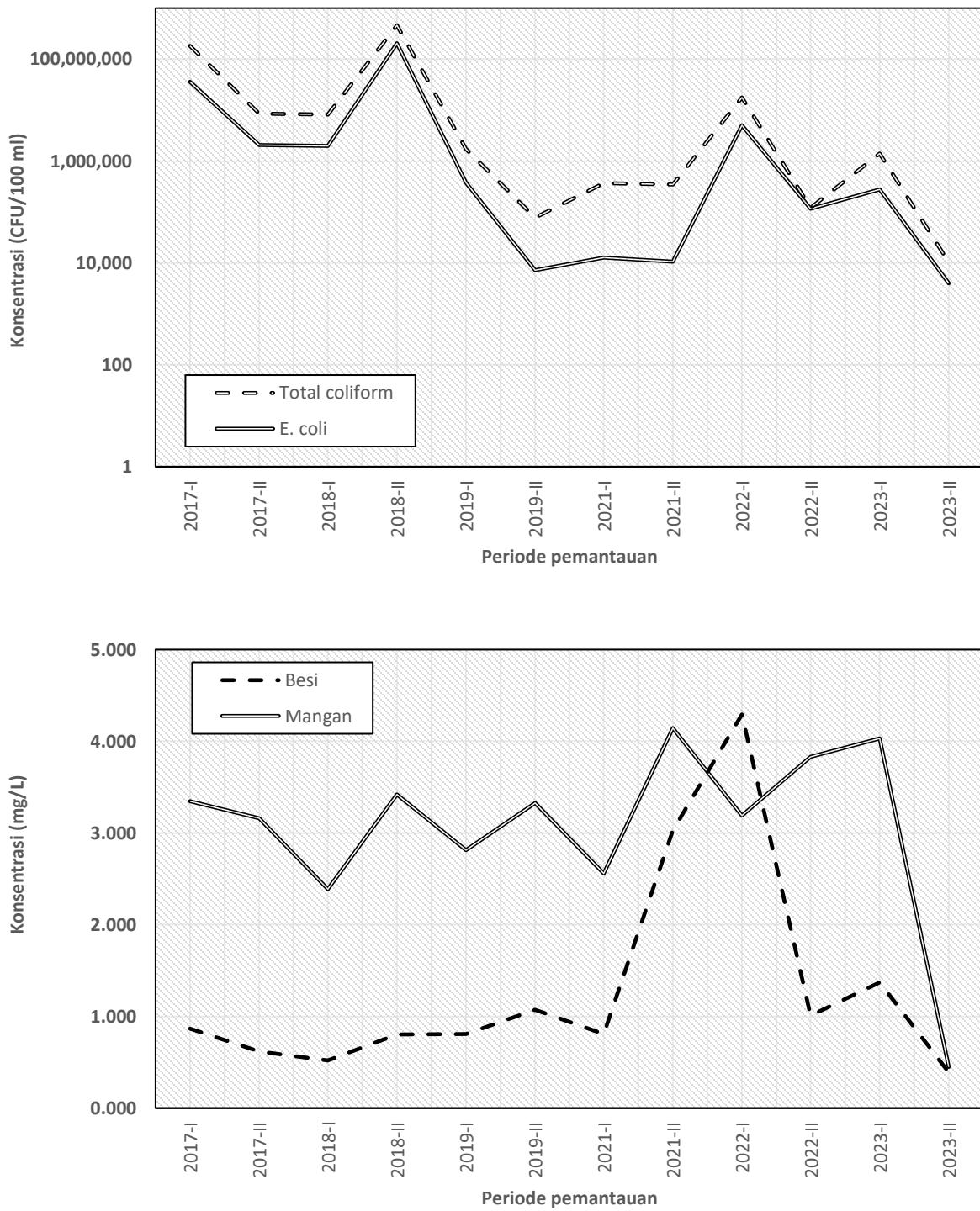
Analisis Temporal Kualitas Air Tanah

Untuk menganalisis fluktuasi status mutu air tanah di DKI Jakarta, mutu air tanah periode Agustus 2023 dibandingkan dengan mutu air tanah pada periode September 2017, Januari 2018 dan April 2019 yang dikumpulkan melalui dokumen DIKPLHD DKI tahun 2018, 2019 dan 2020. Dokumen DIKPLHD tahun 2021 juga dikumpulkan, namun data kualitas air tanah pada periode 2020 tidak tersedia. Pada data-data tersebut, sayangnya parameter kualitas air yang diperhitungkan untuk IP dari tahun 2019 sampai 2022 tidak sama sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 30.

Tabel 30. Perbandingan parameter kualitas air yang diperhitungkan dalam IP tahun 2017 sampai dengan 2023

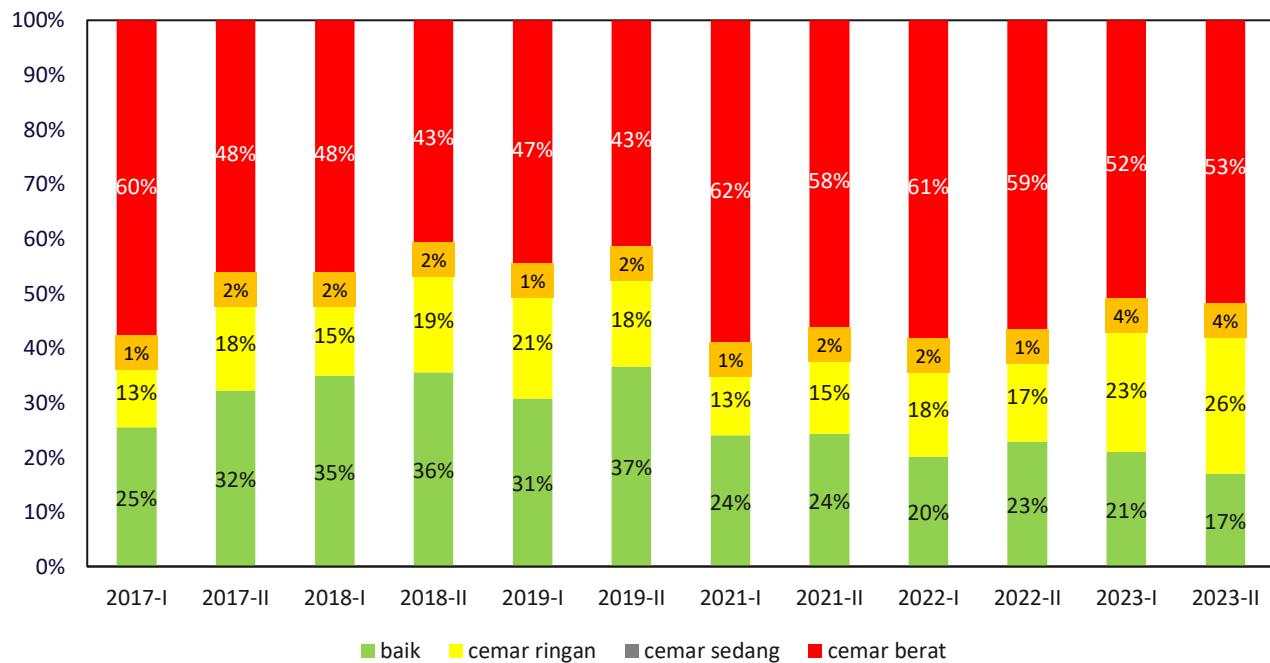
2017	2018	2019	2022	2023
Kekeruhan	Kekeruhan	Kekeruhan	Kekeruhan	Kekeruhan
Air Raksa	Air Raksa	Air Raksa	Air Raksa	-
Besi (Fe)	Besi (Fe)	Besi (Fe)	Besi (Fe)	Besi (Fe)
Fluorida	Fluorida	Fluorida	Fluorida	-
Cadmium	Cadmium	Cadmium	Cadmium	-
Kesadahan Ca	Kesadahan	Kesadahan	Kesadahan	-
Krom Heksavalen	Krom Heksavalen	Krom Heksavalen	Krom Heksavalen	Krom Heksavalen
Mangan (Mn)	Mangan (Mn)	Mangan (Mn)	Mangan (Mn)	Mangan (Mn)
Nitrat	Nitrat	Nitrat	Nitrat	Nitrat
Nitrit	Nitrit	Nitrit	Nitrit	Nitrit
Seng (Zn)	Seng (Zn)	Seng (Zn)	Seng (Zn)	-
Sulfat	Sulfat	Sulfat	Sulfat	-
Timah Hitam (Pb)	Timah Hitam (Pb)	Timah Hitam (Pb)	Timah Hitam (Pb)	-
Organik (KMnO4)	Organik (KMnO4)	Organik (KMnO4)	Organik (KMnO4)	-
Total Koliform	Total Koliform	Total Koliform	Total Koliform	Total Koliform
E. Coli	E. Coli	E. Coli	E. Coli	E. Coli
Zat Padat Terlarut	Zat Padat Terlarut	-	Zat Padat Terlarut	Zat Padat Terlarut
pH	pH	-	pH	-
-	-	Warna	Warna	Warna
-	Deterjen	Detergen	Detergen	-
Suhu	Suhu	-	suhu	Suhu
Kesadahan Mg	-	-	Kesadahan	-

Secara lebih rinci, persebaran konsentrasi total coliform dan E. Coli di DKI Jakarta secara temporal tersaji pada Gambar 46. persebaran konsentrasi total coliform tertinggi terdapat pada periode pemantauan di bulan Januari 2018. Kemudian, konsentrasi total coliform tertinggi kedua berada di bulan April-Mei 2022. Kemudian, konsentrasi total coliform tertinggi ketiga berada pada periode pemantauan di Bulan September 2017 dan yang terakhir, konsentrasi terendah berada di pemantauan bulan April 2019. Tren persebaran total coliform dan E. Coli cenderung menunjukkan penurunan dari awal periode pemantauan di tahun 2017 sampai dengan 2019. Kemudian, konsentrasi meningkat pada pemantauan 2021 sebelum tren penurunan sampai dengan periode pemantauan terakhir (2023). Peningkatan pada tahun 2021 diperkirakan akibat pandemi COVID 19 dimana persentase masyarakat yang tinggal di rumah lebih tinggi. Hal ini mengakibatkan beban pencemar air limbah domestik menjadi lebih tinggi dan tersebar di wilayah perumahan.



Gambar 47 Tren konsentrasi Total Coliform dan E. coli (atas) serta Besi dan Mangan (bawah) periode 2017-2023

Tren persebaran konsentrasi mangan juga cenderung menunjukkan peningkatan dari awal periode pemantauan di tahun 2017 sampai dengan 2022. Pada tahun 2023 periode II, konsentrasi mangan mengalami penurunan. Persebaran konsentrasi mangan tertinggi terdapat pada periode pemantauan di bulan Juli-Agustus 2022. Kemudian, konsentrasi mangan tertinggi kedua berada di bulan Januari 2018. Tren sama juga diperoleh dari konsentrasi besi pada periode 2017-2023. Tren konsentrasi besi cenderung meningkat pada periode 2017-2022 dimana konsentrasi tertinggi berada pada tahun 2022 sebelum mengalami penurunan pada tahun 2023.



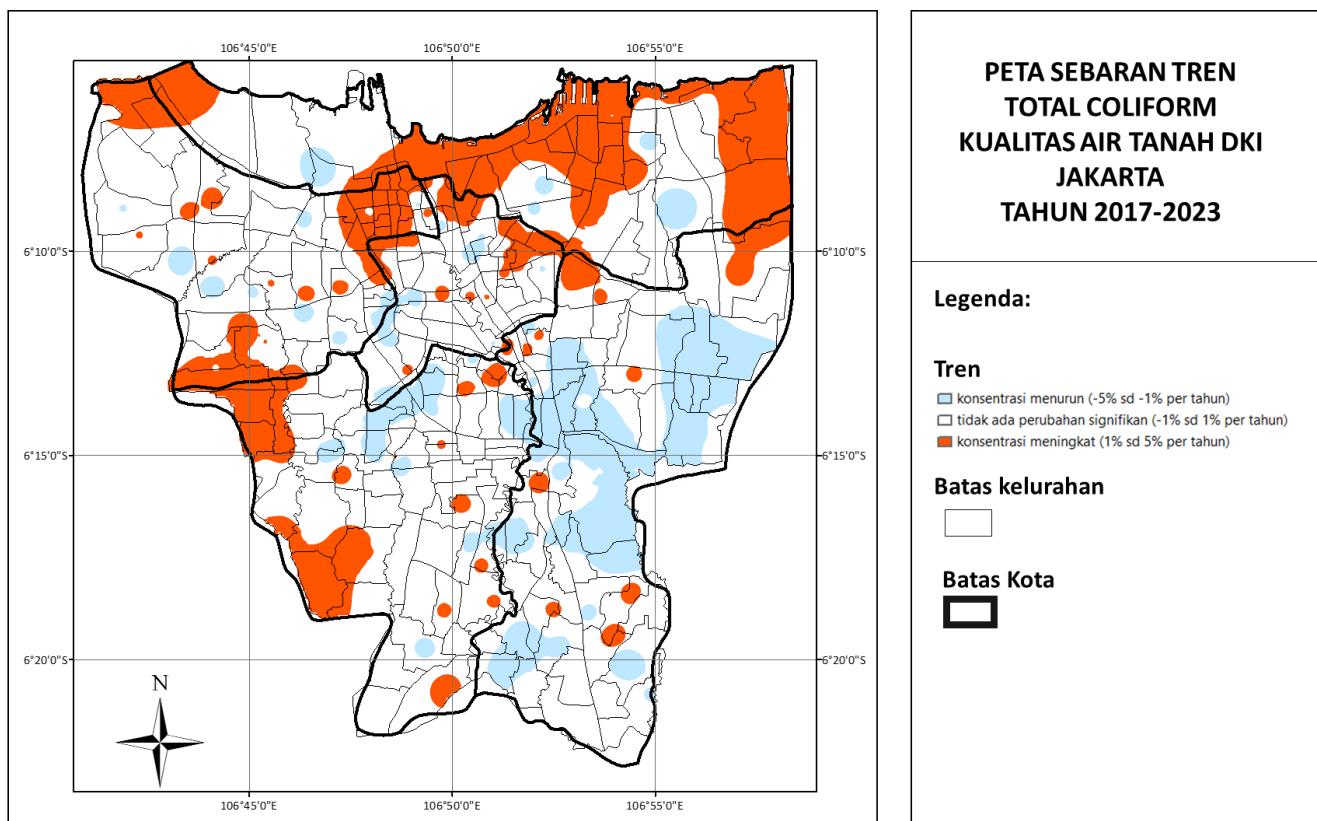
Gambar 46 Distribusi mutu air tanah DKI Jakarta periode pemantauan 2017-2023

Supaya nilai IP antara periode pemantauan dapat dibandingkan, dilakukan pemilihan parameter kualitas air yang secara konsisten tersedia pada periode 2017-2023, yaitu: Total colifrom, E. Coli, Besi (Fe), Mangan (Mn), Nitrat (sebagai N), Nitrit (NO_2^- N). Ringkasan dari distribusi status mutu air tanah di DKI Jakarta pada periode pemantauan 2017-2023 pada Gambar 47. Perlu menjadi catatan bahwa distribusi status air pada periode April-Mei 2022 yang ditampilkan pada Tabel 25 berbeda dengan yang ditampilkan pada Tabel 27 karena tidak diikutsertakannya parameter yang kualitas yang tidak dipantau secara menerus ke dalam perhitungan sehingga jumlah yang berstatus cemar ringan menjadi lebih rendah dan status baik menjadi bertambah. Sebagaimana terlihat pada gambar, status mutu air baik berfluktuasi dengan tren umum meningkat sepanjang empat periode sedangkan tren menurun juga

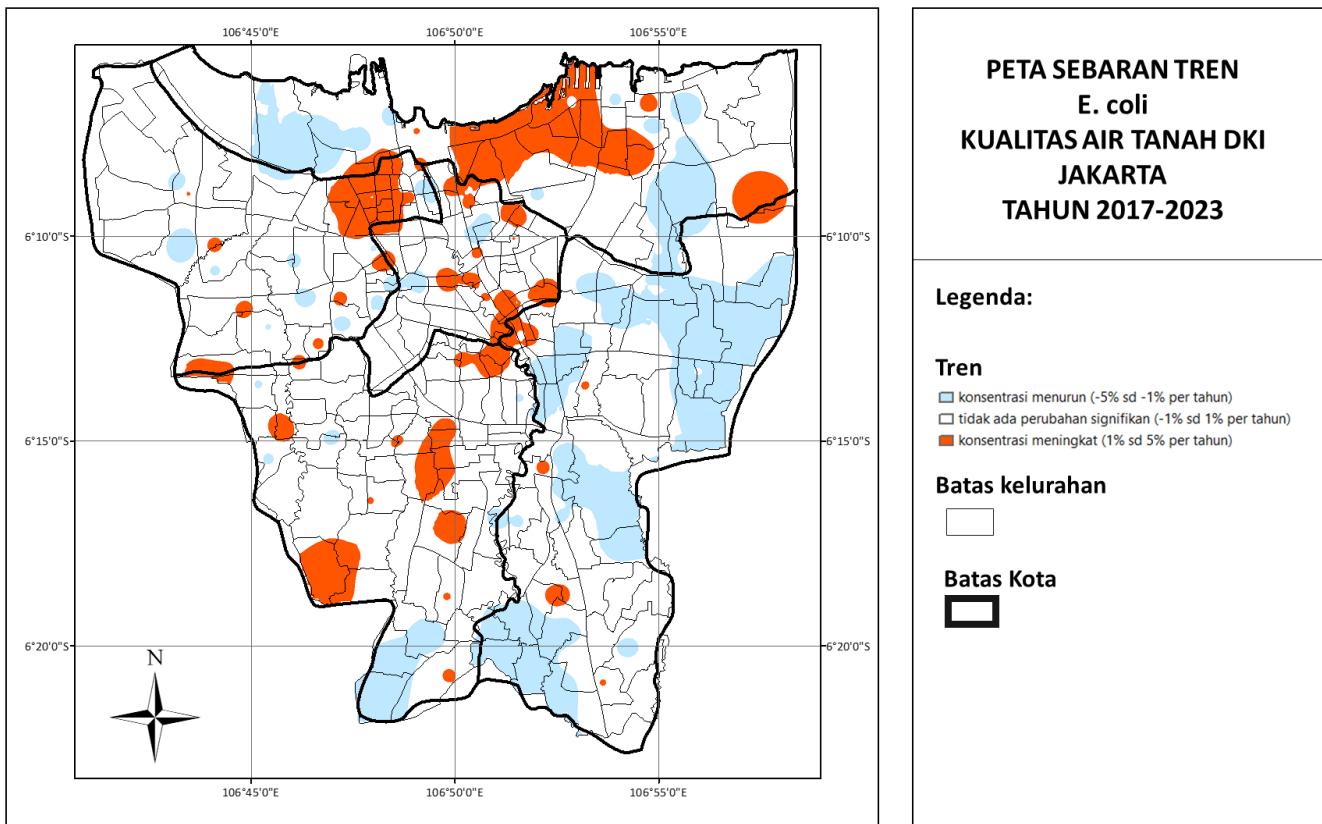
diperoleh. Meskipun demikian, perlu menjadi perhatian bahwa status mutu air secara umum pada Januari 2018 merupakan yang terburuk dibandingkan periode lainnya. Hal ini mungkin disebabkan faktor musim di mana Bulan Januari merupakan puncak musim hujan sehingga mobilitas pencemar di tanah juga meningkat terbawa air hujan yang menginfiltasi tanah.

Analisis Spasial-Temporal Kualitas Air Tanah

Analisis spasial-temporal kualitas air tanah dilakukan berdasarkan tren kualitas air tanah periode 2017-2023 Periode 1 dan 2. Data pemantauan pada periode tersebut dinormalisasi supaya dapat dibandingkan parameter satu dan lain. Kemudian, untuk setiap pemantauan, dilakukan perhitungan gradien tren konsentrasi pada periode 2017-2023 dan dianalisis sebarannya dengan menggunakan interpolasi IDW.

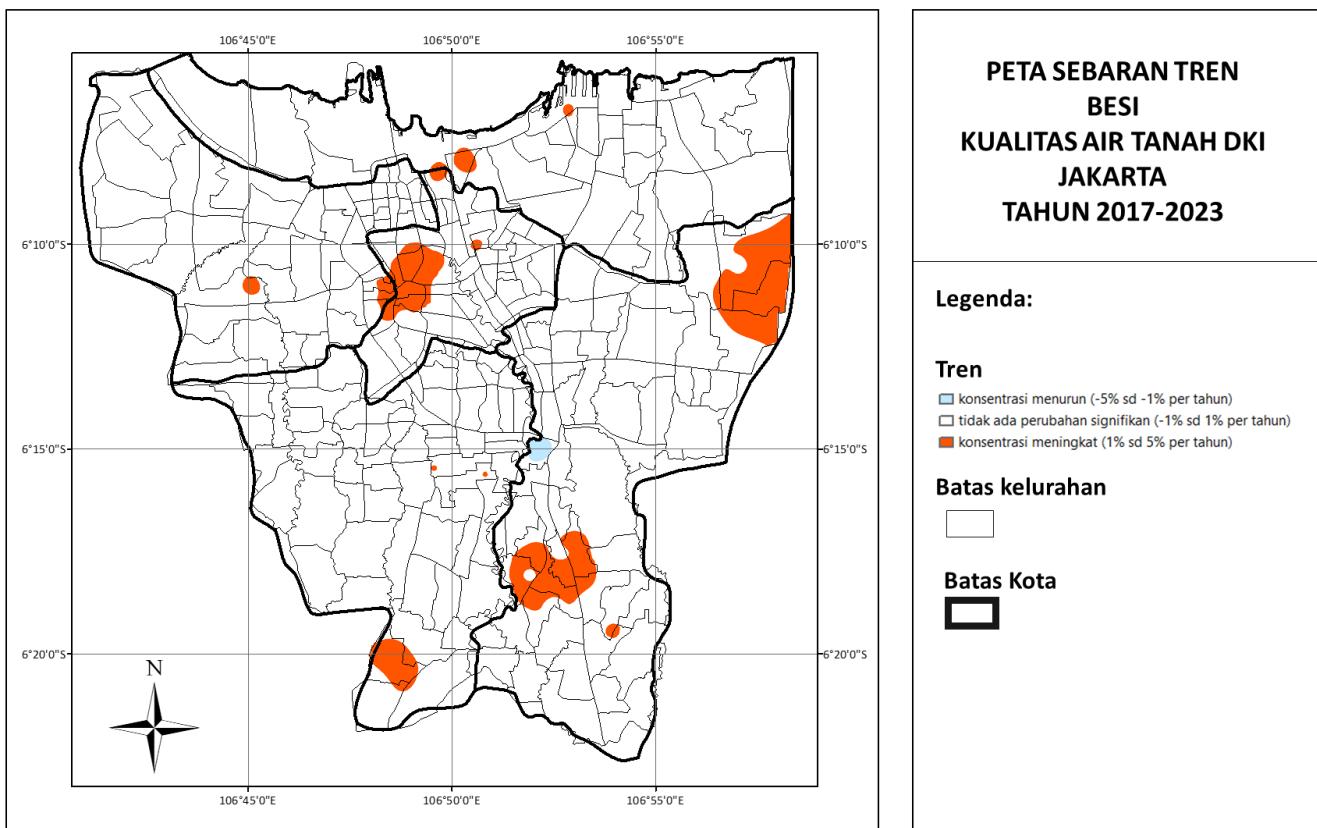


Gambar 47 Tren spasial-temporal konsentrasi total coliform pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023



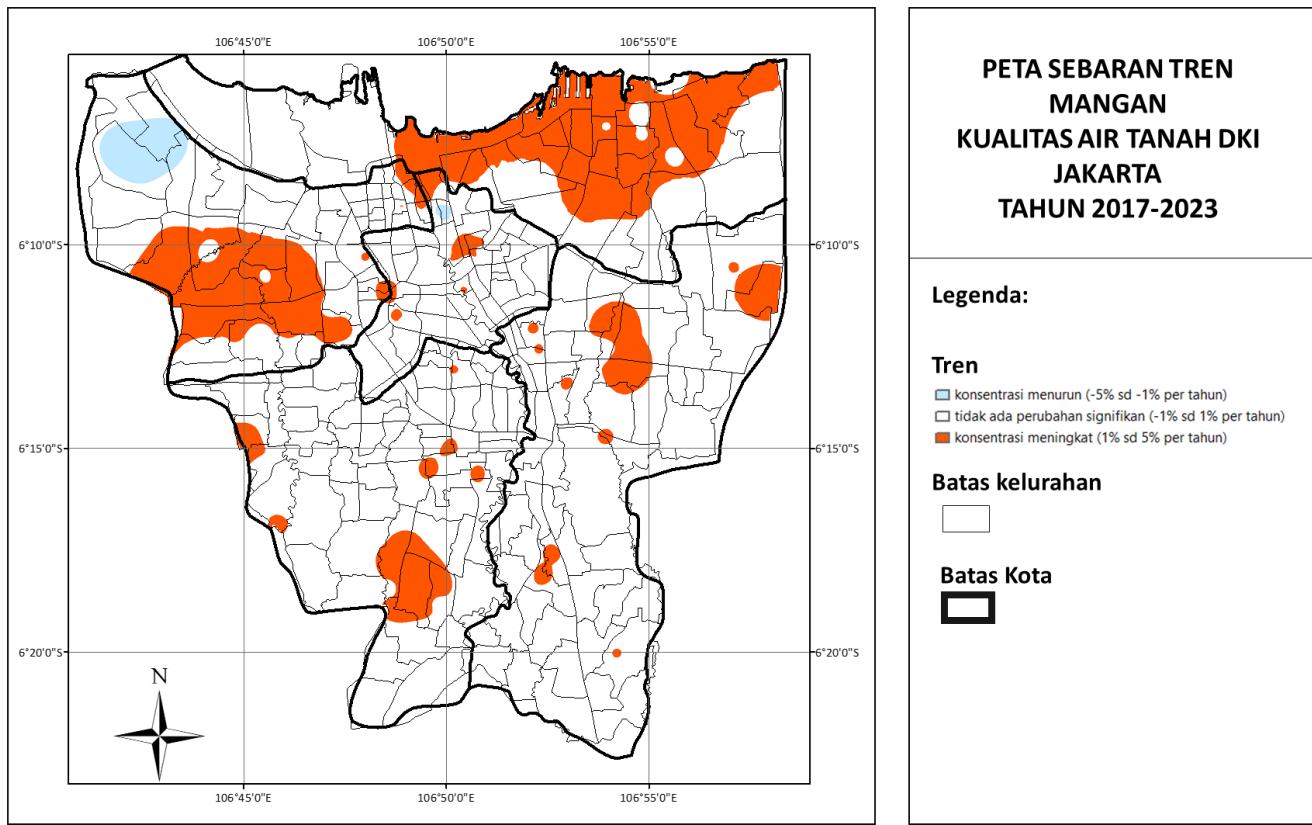
Gambar 48 Tren spasial-temporal konsentrasi *E. coli* pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023

Gambar 48 dan 49 menunjukkan sebaran spasial temporal total coliform dan *E. coli* pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023. Untuk kedua parameter, tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Utara dan Barat dan bagian barat daya Jakarta Selatan. Sebaliknya, tren penurunan konsentrasi total coliform dan *E. coli* sebesar 1-5% ditemukan paling banyak di Jakarta Timur. Namun demikian, sebagian besar titik pemantauan mengalami peningkatan atau penurunan konsentrasi total coliform dan *E. coli* yang tidak signifikan (-1 sampai dengan 1%). Secara temporal, kualitas air antara musim kemarau dan musim hujan dan pengaruh tata guna lahan memiliki pengaruh yang lebih tinggi terhadap kualitas air dibandingkan dari kondisi hidrologi. Selain itu, sebuah hasil penelitian menunjukkan tingginya risiko kontaminasi yang berasal dari kawasan pemukiman, pertanian, dan peternakan, serta menunjukkan perlunya penerapan langkah-langkah yang tepat seperti pembatasan pertanian dan menghubungkan bangunan ke pembuangan limbah kota.



Gambar 49 Tren spasial-temporal konsentrasi besi pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023

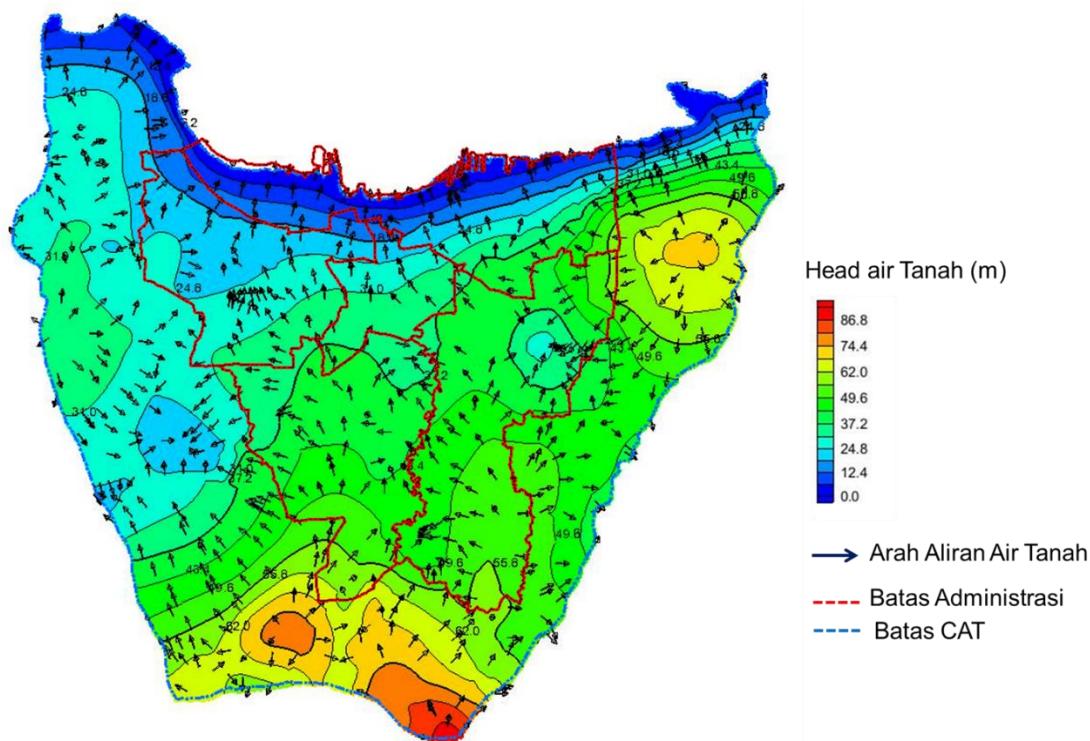
Gambar 50 dan 51 menunjukkan sebaran spasial temporal besi dan mangan pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023. Untuk parameter besi, tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Pusat dan Timur dan sebagian besar titik pemantauan mengalami peningkatan atau penurunan konsentrasi besi. Untuk parameter mangan, tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Utara dan Barat dan bagian barat daya Jakarta Selatan. Sebaliknya, tren penurunan konsentrasi mangan sebesar 1-5% ditemukan paling banyak di bagian barat laut di Jakarta Barat. perubahan temporal besi dan mangan dipengaruhi secara signifikan oleh curah hujan dan muka air tanah. Selain itu, distribusi besi dan mangan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor fisiko-kimia. Khususnya, besi lebih sensitif terhadap potensi redoks dibandingkan dengan mangan. Pada kondisi tereduksi, konsentrasi bahan organik dan waktu tinggal di air juga mempengaruhi pelepasan besi dari mineral yang mengandung besi.



Gambar 50 Tren spasial-temporal konsentrasi mangan pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023

Analisis Pengaruh Cekungan Air Tanah terhadap Kualitas Air Tanah

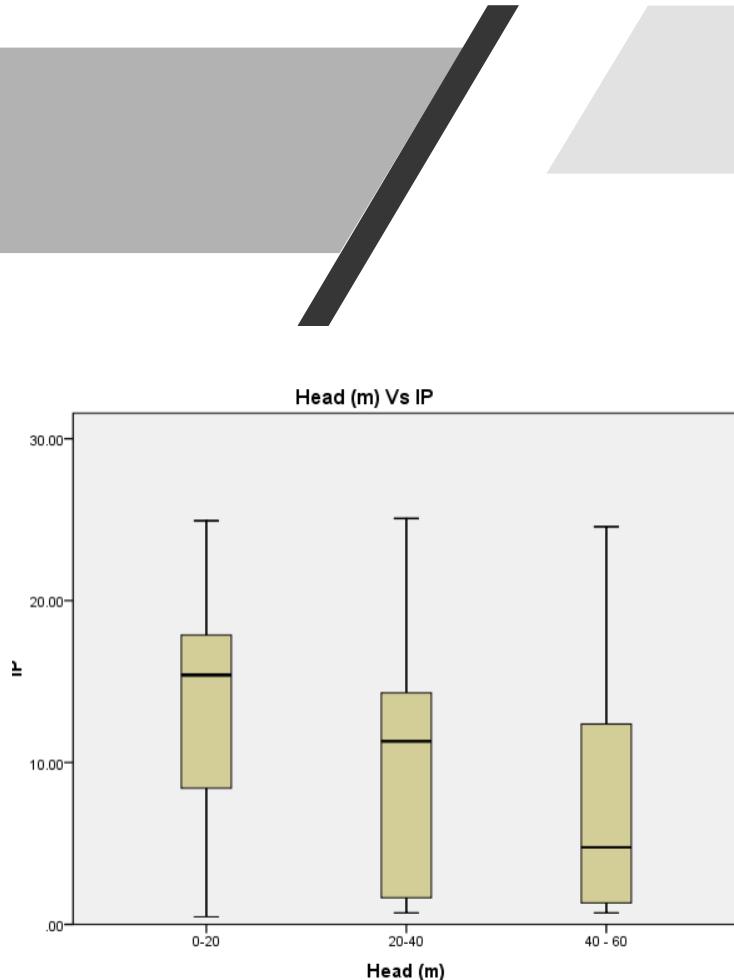
Pola pergerakan air tanah dalam konteks cekungan air tanah erat kaitannya dengan kualitas air tanah. Komponen terpenting dalam cekungan air tanah adalah daerah resapan dan debit. Untuk mengetahui daerah batas imbuhan dan debit lokal cekungan air tanah Jakarta, dibuat banyak penampang dan beberapa parameter hidrolik dari banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kemudian disimulasikan dalam program elemen hingga SEEP2D (GMS) dan akhirnya divalidasi dengan *bore log* dan sumur pemantau. Sepuluh penampang dipilih dari 3 studi berdasarkan kontur muka, stratigrafi dan interaksi sungai-air tanah untuk disimulasikan dalam metode elemen hingga SEEP2D (GMS) kemudian hasilnya divalidasi. Data diperoleh dari studi Dwinanti et al (2019). Hasil simulasi tinggi muka, arah dan kecepatan air tanah ditampilkan pada Gambar 52 berikut



Gambar 51. Daerah Cekungan dan Tinggi muka air tanah DKI Jakarta

Pengaruh Tinggi muka Air Tanah Terhadap Kualitas Air Tanah

Untuk menganalisis pengaruh ketinggian tinggi muka air tanah terhadap kualitas air tanah, maka tinggi muka air tanah dikategorisasi menjadi tiga bagian, yaitu 0-20 m, 20-40 m dan >40 m (Gambar 52). Setelahnya, sebaran nilai indeks pencemaran, konsentrasi Total Koliform, Mangan dan Surfaktan pada survei periode 1 dan 2 dikorelasikan ke ketiga kategori tinggi muka air tanah dalam bentuk *boxplot*. Gambar 53 menunjukkan adanya keterkaitan antara tinggi muka air tanah terhadap kualitas air tanah. Semakin rendah tinggi muka air tanah (0-20 m), diperoleh kecenderungan lebih tingginya pencemaran pada air tanah. Sebaliknya, titik pemantauan dengan muka air tanah yang tinggi (>40 m), memiliki kecenderungan lebih rendahnya pencemaran/tingginya kualitas air tanah. Tinggi muka air tanah dan kualitas air tanah berasosiasi dikarenakan elevasi permukaan tanah merupakan faktor dari tinggi muka air tanah. Oleh karenanya, daerah dengan elevasi rendah seperti pesisir (Jakarta Utara, Timur dan Barat) cenderung memiliki kualitas air tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan area yang elevasinya lebih tinggi seperti Jakarta Selatan dan Pusat.



Gambar 52. Pengaruh tinggi muka air tanah terhadap IP

BAB 8 REKOMENDASI HASIL PEMANTAUAN KUALITAS AIR TANAH

Perlindungan Terhadap Paparan Total Coliform dan E. coli

Konsentrasi Total Koliform dan E. coli menjadi parameter yang berkontribusi paling besar pada tingginya pencemaran air tanah di DKI Jakarta baik pada periode 1 maupun 2. Pada kedua survei tercatat bahwa 144-146 titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu Total Koliform dan 56-61 titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu E. coli. Lebih lanjut lagi, air sumur pada 7% titik pemantauan digunakan sebagai sumber air baku oleh warga sekitar. Beberapa rekomendasi berikut diberikan untuk melindungi masyarakat dari paparan total coliform dan E. Coli.

Perebusan

Perebusan efektif untuk membunuh bakteri koliform karena panas merusak struktur vital makhluk hidup berbasis protein. Untuk membunuh semua bakteri di dalam air secara efektif, perlu dilakukan perebusan dalam setidaknya selama satu menit. Dampak kondisi lingkungan yang menyebabkan kematian bakteri dapat direpresentasikan dengan *survival rate ratio*, s (%). Nilai s ini sangat tergantung pada temperatur, lama pemanasan, pH dan kandungan desinfektan.

Pada pemanasan kurang dari 90 derajat celsius, diperoleh nilai s berada pada rentang 30-60% tergantung pada lama pemanasan. Namun demikian, ketika pemanasan mencapai 90 dan 100 derajat celcius, pemanasan selama minimal 10 menit akan menyisihkan 100% Total Koliform dan E. coli yang terkandung dalam air. Oleh karenanya, waktu dan suhu pemanasan menjadi faktor krusial yang mempengaruhi keamanan konsumsi air tanah sebagai sumber air minum. Namun perlu menjadi catatan bahwa rekontaminasi Total Koliform dan E. coli pada air yang sudah direbus dapat terjadi apabila kebersihan wadah dan gelas air minum tidak terjaga. Kendati perebusan dapat menyisihkan keberadaan patogen, perlu diperhatikan pula kondisi dan kebersihan wadah air seperti panci atau gelas karena terdapat kemungkinan rekontaminasi patogen akibat wadah air yang tercemar.

Tabel 31. Pengaruh waktu dan suhu pemanasan terhadap survival ratio Total Koliform dan E. coli

Suhu pemanasan (°C)	Waktu Pemanasan (menit)	Survival ratio
60	5	60
	10	48.2
	20	43.7
70	5	57.2
	10	41.6
	20	37.3
80	5	46.7
	10	40.4

Suhu pemanasan (°C)	Waktu Pemanasan (menit)	Survival ratio
90	20	34.8
	5	39
	10	0
	20	0
100	5	0
	10	0
	20	0

Sumber: Poonoy et al (2014)



Gambar 53 Contoh instalasi unit filtrasi skala rumahan

Filtrasi

Melalui proses filtrasi, patogen dapat disisihkan dari air tanah melalui proses fisik. Efektifitas filtrasi sangat tergantung pada jenis media yang mana menentukan diameter pori. Beberapa jenis media yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

- Filter karbon aktif: Meskipun karbon aktif dapat menyerap beberapa polutan kimia dan logam berat, sebagian besar filter ini merupakan mikrofilter dengan ukuran pori 0,1 mikron. CDC mengklaim bahwa 0,1 mikron sudah cukup untuk menghilangkan E. coli, namun itu tidak cukup melawan banyak bakteri dan virus patogen lainnya.
- Ultrafiltrasi: Filter yang menggunakan ultrafiltrasi umumnya memiliki ukuran pori 0,01 mikron atau bahkan kurang. Oleh karena itu dapat dengan mudah menyaring bakteri coliform.
- Nanofiltrasi: Ukuran pori filter nano berkisar antara 0,008 hingga 0,01 mikron, sehingga dapat menangani bakteri patogen apa pun. Namun, menemukan unit filtrasi nano rumah tangga bisa jadi sulit dan mahal.

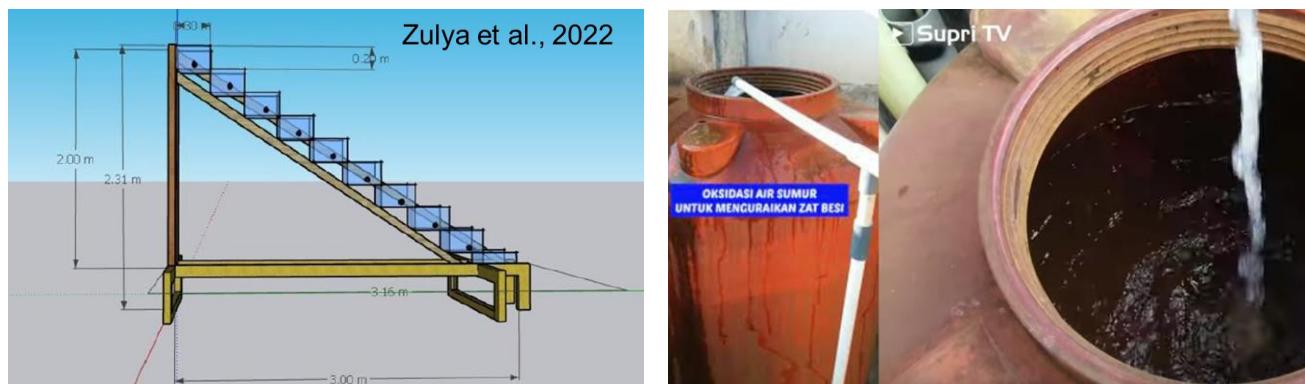
- Reverse osmosis (RO): Dalam proses reverse osmosis, air didorong melalui membran semipermeabel dengan ukuran pori 0,0001 mikron. Ukuran pori mikroskopis ini menjadikan unit RO ideal untuk menghilangkan kontaminan, termasuk bakteri. Teknologi ini merupakan solusi paling mahal.

Perlindungan Terhadap Paparan Besi dan Mangan

Konsentrasi Besi dan Mangan menjadi parameter yang berkontribusi paling besar pada tingginya pencemaran air tanah di DKI Jakarta baik pada periode 1 maupun 2. Pada kedua survei tercatat bahwa 55-71 titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu besi dan 119-121 titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu mangan. Beberapa rekomendasi berikut diberikan untuk melindungi masyarakat dari paparan besi dan mangan.

Aerator-Filtrasi

Metode yang paling umum diterapkan untuk menghilangkan besi dan mangan dari air tanah adalah proses filtrasi oksidasi. Metode oksidasi berbiaya rendah yang digunakan dalam proses pengolahan air untuk air tanah adalah aerasi, yang merupakan proses yang relatif sederhana dan tidak memerlukan penggunaan bahan kimia. Seringkali cukup dengan aerasi dan filtrasi untuk menurunkan kadar besi dan mangan ke tingkat yang dapat diterima. Kualitas air tanah dari sumur yang ada dapat lebih ditingkatkan melalui proses aerasi dengan meningkatkan masuknya udara/perpindahan massa oksigen menggunakan aerator kaskade. Pengolahan sekunder yaitu filtrasi menggunakan batu kapur sebagai media untuk menyaring dan mengadsorpsi logam berat yang terdapat dalam air tanah. media filtrasi kaskade dapat digunakan sebagai aerator untuk menghilangkan besi dan mangan dalam jumlah tertinggi. Proses aerator mengoksidasi besi dan mangan terlarut menjadi dalam bentuk tersuspensi. Udara yang masuk ke dalam air akan mengubah Fe menjadi Fe(OH)_3 yang tidak larut dalam air.



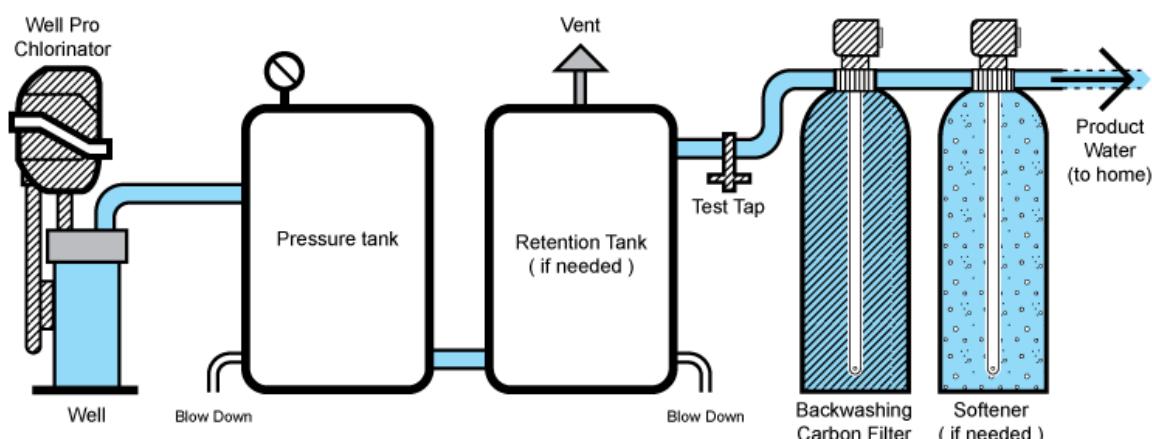
Gambar 54 Contoh instalasi unit oksidasi-filtrasi skala rumahan

Klorinasi-Filtrasi

Oksidasi kimia yang diikuti dengan filtrasi adalah metode penghilangan besi dan mangan yang diterima ketika konsentrasinya lebih besar dari 10 mg/l. Pengolahan air rumah untuk kadar zat besi yang tinggi sering kali menggunakan klorin atau oksidan lain seperti hidrogen peroksida. Larutan klorin/kaporit ditambahkan dengan pompa umpan kimia sebelum saringan pasir. Besi dan mangan yang larut mulai mengendap segera setelah kontak dengan larutan klorin. Namun diperlukan waktu kontak kurang lebih 20 menit untuk membentuk partikel yang dapat disaring.

Sistem jenis ini akan menghilangkan partikel besi dan mangan yang larut dan tersuspensi dari sumber air. Mencuci kembali saringan pasir untuk menghilangkan endapan besi dan mangan merupakan bagian penting dari filtrasi lanjutan. Seperti halnya filter greensand, laju aliran sistem harus diperiksa untuk memastikan bahwa sistem tersebut dapat menyediakan laju yang diperlukan untuk pencucian balik.

Keuntungan tambahan menggunakan sistem klorinasi adalah efek bakterisidalnya. Bakteri besi dan mangan, bersama dengan bakteri lainnya, disisihkan. Potensi masalah penyumbatan pada filter pasir dihilangkan. Karena klorinasi menghasilkan trihalometana (THM) ketika ada bahan organik di dalam air dan THM dianggap bersifat karsinogenik (tingkat kontaminan maksimum yang diperbolehkan dalam sistem air publik adalah 0,1 bagian per juta).



Gambar 55 Contoh instalasi unit klorinasi-filtrasi skala rumahan

Sumber: www.purewaterproducts.com

Penambahan sumur pantau khusus

Pengambilan sampel air tanah titik pemantauan pada pemantauan ini dapat berupa pada keran yang terhubung langsung dengan sumur dan juga keran yang terhubung pada tangki penyimpanan. Penyimpanan air pada tangki dikhawatirkan dapat membuat bias analisis kualitas air tanah karena proses pencemar bisa jadi berlangsung ketika air berada pada tangki penyimpanan yang pada umumnya lembap dan kotor apabila tidak dikuras secara berkala.

Dalam pemantauan kualitas air tanah tahun 2023, terdapat kesulitan dalam mengambil sampel air tanah secara langsung akibat 60% air tanah di titik pemantauan ditampung dulu di tangki penyimpanan (tandon) dimana pada beberapa titik pemantauan, air tanah dicampur dengan air perpipaan. Terdapat kemungkinan kontaminasi air di perpipaan. Untuk sumur bor/pompa, terdapat kemungkinan perubahan konsentrasi parameter ketika pompa dinyalakan karena adanya aerasi. Oleh karenanya, diperlukan sumur pantau khusus untuk memantau, mengevaluasi dan meningkatkan validitas hasil pemantauan kualitas air tanah DKI Jakarta.

Berdasarkan SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah, Titik pengambilan contoh air tanah bebas dapat berasal dari sumur gali dan sumur pantek atau sumur bor dengan penjelasan sebagai berikut:

- di sebelah hulu dan hilir sesuai dengan arah aliran air tanah dari lokasi yang akan dipantau,
- di daerah pantai dimana terjadi penyusupan air asin dan beberapa titik ke arah daratan, bila diperlukan,
- tempat-tempat lain yang dianggap perlu tergantung pada tujuan pemeriksaan.

Sedangkan titik pengambilan contoh air tanah tertekan dapat berasal dari sumur bor yang berfungsi sebagai:

- sumur produksi untuk pemenuhan kebutuhan perkotaan, pedesaan, pertanian, industri dan sarana umum.
- sumur-sumur pemantauan kualitas air tanah.
- sumur observasi untuk pengawasan imbuhan.
- sumur observasi di suatu cekungan air tanah artesis.
- sumur observasi di wilayah pesisir dimana terjadi penyusupan air asin.



Gambar 56 Sumur pantau milik ESDM

Penambahan Kapasitas IPAL Terpusat

Saat ini sudah beroperasi 65 unit SPALD/IPAL yang dibangun oleh Dinas SDA DKI Jakarta Pemprov DKI Jakarta dalam meningkatkan pengelolaan air limbah di DKI Jakarta juga melaksanakan kegiatan Pembangunan Jakarta Sewerage System (JSS) 15 Zona. Kedepannya, penambahan unit SPALD dan IPAL perlu memprioritaskan daerah dengan tingkat cemar berat atau konsentrasi E. coli yang tinggi (lingkaran biru). Beberapa IPAL yang saat ini sudah beroperasi disajikan pada Tabel 32 berikut.

Tabel 32 Ringkasan informasi IPAL yang beroperasi di DKI Jakarta

IPAL	Kota	Sistem	Kapasitas (m ³)	Sambungan
SPALD Koja	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	100	200
SPALD Lagoa	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	100	200
SPALD Waduk Sunter Selatan	Jakarta Utara	Bioactivator	140	205
SPALD Asrama Damkar Semper	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	80	146
SPALD DLH Rumah Susun Semper Barat	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	300	367
SPALD RPTRA Tunas Harapan	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	80	170
SPALD RPTRA Kampung Indah Lestari	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	100	30
SPALD Rumah Pompa Sunter	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	100	30

IPAL	Kota	Sistem	Kapasitas (m³)	Sambungan
Timur 3 Rawa Badak				
SPALD Lahan Sekitar RPTRA Rawa Badak Utara	Jakarta Utara	Anaerob Aerob	100	65
SPALD Malaka Sari	Jakarta Timur	Aerob Anaerob + Bio Media, Bioactivator	200	462
SPALD Waduk Cimanggis	Jakarta Timur	Aeobic-Anaerobik Biological Filter Reactor (ABFR)	200	290
SPALD RPTRA Ciracas Prima	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	80	28
SPALD Asrama Dinas Lingkungan Hidup Ciracas	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	80	57
SPALD Waduk Kaja	Jakarta Timur	Extended Aeration	500	-
SPALD Waduk Kampung Rambutan	Jakarta Timur	Extended Aeration	500	-
SPALD RTH Pedaengen	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	100	33
SPALD Waduk Kampung Rambutan 2	Jakarta Timur	Extended Aeration	500	-
SPALD Recycle Waduk Kp. Rambutan	Jakarta Timur	Pabrikasi Andrich Tech System	100	-
SPALD Lahan Sekitar Waduk Kampung Rambutan 3	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	250	175
SPALD Lahan Parkir Gelanggang Remaja Matraman	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	250	200
SPALD Interceptor Waduk Aneka Elo	Jakarta Timur	Extended Aeration	500	-
SPALD Interceptor Waduk Pondok Ranggon	Jakarta Timur	MBBR (Moving Bed Bio Reactor)	500	-
SPALD RPTRA Dahlia	Jakarta Timur	Anaerob Aerob	200	307

IPAL	Kota	Sistem	Kapasitas (m ³)	Sambungan
IPAL di sekitar RPTRA Waru Timbul	Jakarta Selatan	Anaerob Aerob	100	58
IPAL Sasana Krida Lenteng Agung	Jakarta Selatan	Anaerob Aerob	100	97
SPALD Interceptor Waduk Brigif	Jakarta Selatan	MBBR (Moving Bed Bio Reactor)	500	-
SPALD Interceptor Situ Mangga Bolong	Jakarta Selatan	MBBR (Moving Bed Bio Reactor)	600	-
SPALD Setu Babakan	Jakarta Selatan	Extended Aeration	600	-
SPALD Waduk Jagakarsa	Jakarta Selatan	Extended Aeration	200	-
SPALD Asrama Damkar Ciganjur	Jakarta Selatan	Anaerob Aerob	80	60
SPALD RPTRA Kemandoran	Jakarta Selatan	Anaerob Aerob	80	27
SPALD Waduk Melati	Jakarta Pusat	MBBR (Moving Bed Bio Reactor)	7 liter / detik	14 RW
SPALD Mardani Asri	Jakarta Pusat	Anaerob Aerob	200	71
SPALD Harapan Mulia	Jakarta Pusat	Anaerob Aerob	150	306
SPALD Waduk Tomang Barat	Jakarta Barat	Aerator Tenaga Surya dan Aerator Tenaga Listrik	3 Unit dan 2 Unit	-
SPALD Rusun DLH Cengkareng	Jakarta Barat	MBRC	80	400
SPALD Rusun Damkar Cengkareng	Jakarta Barat	MBRC	80	400
SPALD Kompleks Damkar Joglo, kembangan	Jakarta Barat	Anaerob Aerob	150	44
Filtrasi Kali Besar, Kota Tua	Jakarta Barat	Pemisah Lumpur dan sampah	4 unit pompa	-
SPALD Sekitar RPTRA Kembangan	Jakarta Barat	Anaerob Aerob	100	46
SPALD Waduk Grogol	Jakarta Barat	MBBR	1800	-

IPAL	Kota	Sistem	Kapasitas (m ³)	Sambungan
IPAL Recycle Waduk Grogol	Jakarta Barat	Pabrikasi Andrich Tech System	100	-

BAB 9 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Jumlah titik pemantauan yang melebihi BM lebih tinggi dibandingkan tahun 2022 sebagai dampak dari BM Permenkes 02/2023 yang semakin ketat. Total coliform, mangan dan TDS merupakan parameter kualitas air dengan titik pemantauan paling banyak melebihi bakumutu (40-60%). Jumlah titik pemantauan dengan konsentrasi parameter E. coli, organik, besi dan detergen berada pada rentang 20-40%. Parameter E. coli, Total Coliform, Organik dan Detergen merupakan indikator pencemaran limbah domestik Besi, mangan dan warna juga tercatat sebagai parameter dengan banyak titik pemantauan yang melebihi baku mutu mengindikasikan kemungkinan bersumber dari formasi geologis atau bekas lahan pertanian

Secara umum dalam lingkup Provinsi DKI Jakarta, terdapat 19% titik pemantauan yang memiliki IP dengan status baik ($IP < 1$). Titik pemantauan dengan status cemar ringan diperoleh pada 24% titik pemantauan, sedangkan titik pemantauan dengan status cemar sedang diperoleh pada 4% titik pemantauan. Pada administrasi Wilayah Jakarta Barat dan Utara, persentase titik pemantauan dengan status Cemar Berat merupakan yang paling tinggi, yaitu berada pada rentang 63%-79%. Jakarta timur dan Selatan merupakan wilayah administrasi dengan kualitas air tanah paling baik, terindikasi dari persentase titik pemantauan berstatus baik terbanyak, yaitu 28% untuk Jakarta Timur dan 30% untuk Jakarta Selatan.

Persentase mutu air baik dan cemar tidak berbeda secara signifikan antara sumur dengan jarak kurang dan lebih dari 10 m dari tangki septik. Persentase mutu air baik dan cemar terlihat berbeda dengan jelas pada kategori pertama kedalaman sumur (1-10 m) dibandingkan dengan kategori lainnya. Semakin dalam muka air sumur, risiko pencemaran akan semakin rendah karena meningkatnya jarak sumur terhadap sumber pencemar. Jenis sumur timba dengan kedalaman tipikal 0-10 m dan sistem proteksi yang lebih rentan memiliki risiko tercemar yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumur bor yang umumnya lebih dalam (20-40 m) dan relatif lebih terproteksi.

Secara spasial, wilayah administrasi Jakarta Utara dan Barat menjadi wilayah dengan kualitas air tanah paling buruk. parameter dengan titik pemantauan yang paling banyak tidak memenuhi baku mutu di Jakarta Barat adalah parameter mikrobiologis. Di sisi lain, Wilayah Administrasi Jakarta Pusat, Selatan dan Timur merupakan wilayah dengan kualitas air paling baik, di mana parameter Total koliform Koliform, DO, dan surfaktan yang melebihi baku mutu pada beberapa titik pemantauan.

Secara temporal, tren persebaran total coliform dan E. Coli cenderung menunjukkan penurunan dari awal periode pemantauan di tahun 2017 sampai dengan 2019. Kemudian, konsentrasi meningkat pada pemantauan 2021 sebelum tren penurunan sampai dengan periode pemantauan terakhir (2023). Peningkatan pada tahun 2021 diperkirakan akibat pandemi COVID 19 dimana persentase masyarakat

yang tinggal di rumah lebih tinggi. Tren persebaran konsentrasi mangan juga cenderung menunjukkan peningkatan dari awal periode pemantauan di tahun 2017 sampai dengan 2022. Pada tahun 2023 periode II, konsentrasi mangan mengalami penurunan.

Sebaran spasial temporal total coliform dan E. coli pada air tanah DKI Jakarta periode 2017-2023 mengalami tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Utara dan Barat dan bagian barat daya Jakarta Selatan. Sebaliknya, tren penurunan konsentrasi total coliform dan E. coli sebesar 1-5% ditemukan paling banyak di Jakarta Timur. Untuk parameter besi, tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Pusat dan Timur dan sebagian besar titik pemantauan mengalami peningkatan atau penurunan konsentrasi besi. Untuk parameter mangan, tren kenaikan 1-5% ditemukan sebagian besar pada wilayah Jakarta Utara dan Barat dan bagian barat daya Jakarta Selatan. Sebaliknya, tren penurunan konsentrasi mangan sebesar 1-5% ditemukan paling banyak di bagian barat laut di Jakarta Barat.

Rekomendasi Pemantauan 2024

- Perlu adanya konsistensi terkait lingkup parameter kualitas air yang diuji pada setiap periode pemantauan. Hal ini diperlukan supaya perbandingan kualitas air dari waktu ke waktu menjadi lebih komprehensif dan *comparable*.
- Kendati parameter BOD dan COD tidak tertera pada baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023, kedua parameter tersebut perlu dipantau juga untuk dapat mengetahui sumber pencemar air yang dominan pada air tanah di DKI Jakarta. Rasio BOD terhadap COD bisa jadi indikator yang membedakan apakah sumber pencemar organik berasak dari aktivitas domestik, industri atau tempat pembuangan akhir sampah. Selain itu, pemantauan parameter BOD dan COD juga berpotensi mampu menjelaskan variabilitas konsentrasi DO di air tanah.
- Tingginya konsentrasi parameter mikrobiologis dan surfaktan menjadi indikasi pencemaran *greywater*. Kendati suatu kawasan sudah dilengkapi dengan fasilitas sanitasi yang memadai, namun pengelolaan limbah *greywater* pada rumah tersebut masih belum dipahami secara menyeluruh. Oleh karenanya, perlu dilakukan pemantauan terkait kondisi eksisting pengelolaan limbah *greywater* di DKI Jakarta.
- Perlu adanya titik pemantauan/sumur pantau kualitas dan tinggi muka air tanah resmi yang dimiliki oleh Pemprov sehingga bisa kondisi titik pemantauan selalu terkontrol dan mengurangi



bias pengukuran akibat faktor eksternal. Atau melakukan sistem pemantauan terintegrasi dengan menggunakan sumur pemantauan yang dimiliki instansi lain seperti ESDM.

- Monitoring emerging contaminant seperti mikroplastik, antibiotic resistant pathogen, paracetamol, dll. Pada sampling periode 2 2023, dilakukan monitoring konsentrasi microplastic di Jakarta Barat dan Selatan dan terdeteksi beberapa microplastic di sampel air tanah. Pada tahun 2024 akan dilakukan monitoring microplastic Jakarta Utara dan Timur dan monitoring mikroba resisten terhadap antibiotik.